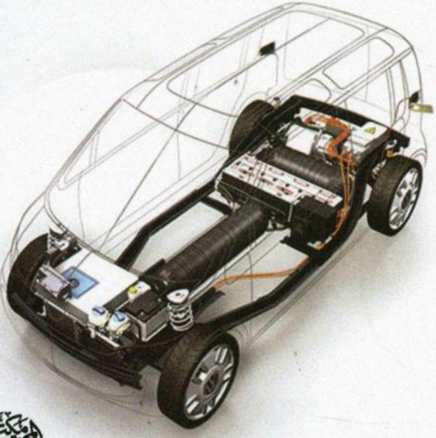
هندسة السيارات

المهندس
هشام محمد المجفت

المهندس
محمد نور الصبح



مكتبة المجتمع العربي
للنشر والتوزيع

هندسة السيارات

هندسة السيارات

تاليف

المهندس
هشام محمد المجفت

المهندس
محمد نور الصبح

الطبعة الأولى

2014م – 1435هـ

مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية (2012/11/4184)

629.2

المجفت، هشام محمد

هندسة السيارات/ هشام محمد المجفت، محمد نور الصبح

الشريفين.- عمان: مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، 2012

(   ) ص

ر.إ.: 2012/11/4184

الواصفات: /المركبات//مكونات المركبات/

- أعدت دائرة المكتبة الوطنية بيانات الفهرسة والتصنيف الأولية.
- يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية أو أي جهة حكومية أخرى.

الطبعة العربية الأولى

2014م – 1435هـ

مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع

عمان – وسط البلد – ش. السلط – مجمع الفحيص التجاري

تلفاكس 4632739 ص.ب. 8244 عمان 11121 الأردن

عمان – ش. الملكة رانيا العبد الله – مقابل كلية الزراعة –

مجمع زهدي حصوة التجاري

www: muj-arabi-pub.com

Email: Moj_pub@hotmail.com

ISBN 978-9957-83-218-6 (ردمك)

الإهداء

إلى القلوب التي تنير الدروب

إلى كل القلوب التي تلهث بالدعاء لغيرها

إلى كل أم ساهمت بإنارة درب أبنائها

إلى روح أمي

المؤلفان

المحتويات

الموضوع	الصفحة

الوحدة الرابعة

صندوق السرعات العادي

الوحدة الخامسة

صندوق التروس الفلكي

الوحدة السادسة

صندوق التروس الآلي

الوحدة السابعة

وصلات نقل الحركة

الوحدة الثامنة

مجموعة التروس الفرقية والمحاور الخلفية

الموضوع	الصفحة

الوحدة التاسعة

نظام التعليق في المحركات

الوحدة العاشرة

نظام القيادة

الموضوع	الصفحة

المقدمة

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على خير من ارسل للناس اجمعين محمد صلى الله عليه وسلم وعلى آله وصحبه اجمعين ومن تبعه باحسان الى يوم الدين وبعد:

فهذا عزيزي القارئ كتاب هندسة السيارات نضعه بين يديكم ونرجو يلقى القبول والرضا ونأمل أن يؤدي الحزمة التي نور تقديمها الى طلابنا والقراء الأعزاء.

وتلبية لاحتياجات طلبتنا لكتاب يوضح لهم علم هندسة السيارات ولد ثغرة في مكتبنا العربية العلمية ومساهمة فنادفع عجلة التعريب الى الامام ووفاء لأبناء أمتنا الناطقة بالعربية كان هذا الكتاب.

يقدم هذا الكتاب وصفاً أساسياً للمحرك من حيث نظرية عمله النظرية والعملية وأجزاء المحرك وكذلك وصفاً أساسياً لنقل الحركة وأجزاءها مثل القابض، صندوق التروس، التروس الفرقية والتفاضلية، المحاور، العجلات، الفرامل، ونظام التوجيه.

ورد في هذا الكتاب ثلاثة عشر وحدة مختلفة حيث تستهدف الوحدة الاولى نظرية عمل محركات الاحتراق الداخلي والمقارنة بين أنواعها، والوحدة الثانية استهدفت أجزاء المحرك ووظائفه وطريقة تركيبه.

أما الوحدة الثالثة بيّنت القابض وأجزاءه والمقاومات التي تواجه السيارة.

والوحدة الرابعة تناولت صندوق السرعة العادي وأجزاءه، أما الوحدة الخامسة تناولت صندوق التروس الفلكي وأجزاءها، أما السادسة بينت أجزاء صندوق التروس الآلي وعمله، والوحدة السابعة تناولت وصلات نقل الحركة.

الوحدة الثامنة تناولت مجموعة التروس الفلكية وأجزاءها والهدف منها وتناولت المحاور الخلفية وأنواعها والهدف منها.

أما الوحدة التاسعة تستهدف نظام التعليق وأنواعها وطريقة عملها وأعطالها، أما الوحدة العاشرة فكانت عن نظام التوجيه وأجزاءه وأنواعه وطرق عمله، وهندسة العجلات وأهميتها وطرق عيارها.

أما الوحدة الحادية عشر فهي عن ما بتعلق بالاطارات وأنواعها وكذلك العجلات وطريقة تصليبها.

أما الوحدة الثانية عشر تضمنت نظام الفرامل وأجزاءها وأنواعها، أخيراً بينت الوحدة الثالثة عشر تضمن نظام الكبح المانعة للاغلاق وأجزاءها وطرق عملها.

وأخيراً نأمل ان يقدم لهذا الجهد المتواضع الغاية المنشودة منه أملين الابقاء بالمطلوب ونطلب من الله التوفيق من القارئ النقد البناء لتحسين الطبع التالية من الكتاب.

والله ولي التوفيق

المؤلفان

الوحدة الأولى

تصنيف محركات الإحتراق الداخلي ونظريات عملها

الوحدة الأولى

تصنيف محركات الإحتراق الداخلي ونظريات عملها

1–1 تصنيف محركات الاحتراق الداخلي

تصنف محركات الاحتراق الداخلي حسب الأسس والمفاهيم التالية :

1) حسب الغرض منها (العمل):

أ. محركات ثابتة وتصنع بأحجام مختلفة وتستعمل في محطات القوى الكهربائية وفي إدارة المضخات في وحدات الضخ الزراعية.

ب. محركات متنقلة وتستعمل في المركبات والطائرات والسفن وغيرها.

2) نوع الوقود المستخدم في تشغيلها:

أ. محركات تستعمل الوقود الخفيف سهل التطاير والذي يتبخر بين (40 – 100) درجة مئوية مثل البنزين والديزل والكحول ومخاليطها وهذا النوع من الوقود يختلط بسهولة مع الهواء في أثناء شوط السحب ويشتعل بواسطة الشرارة الكهربائية ويستخدم في محركات اوتو (البنزين).

ب. محركات تستعمل الوقود الثقيل الصعب التطاير، الذي يتبخر في درجة حراره مابين (200 – 400) درجة مئوية والذي يتطلب حقنة في هواء الشحنة بعد رفع درجة حرارته بالضغط ليشتعل تلقائيا دون شراره كهربائية ويستخدم هذا النوع من الوقود في محركات الديزل.

ج. محركات تستعمل نوعين من الوقود حيث يستخدم الغاز كوقود أساسي، ويستعمل فيها الوقود السائل لبدء التشغيل فقط.

د. محركات تستخدم انواع مختلفة من الوقود، (البنزين، الكاز، الديزل).

3) حسب تحولات الطاقة الحرارية.

أ. محركات احتراق داخلي ترددية، حيث يتم احتراق الخليط فيها وتحول الطاقة الحرارية إلى ميكانيكية داخل الاسطوانة.

ب. التوربينات الغازية، حيث يحترق الوقود في غرف إحتراق خاصة، وتتحول الطاقة الحرارية الناتجة عن إحتراق الغاز الى عمل ميكانيكي بواسطة زعانف التوربين (محركات توربينية).

ج. محركات مختلطة: في هذه المحركات يحترق الوقود في محرك ترددي وتتحول الطاقة الحرارية جزئيا في أسطوانة المحرك والجزء المتبقي بواسطة زعانف التوربين.

4) تجهيز خليط الوقود (الشحنة).

أ. محركات يتم فيها تجهيز الشحنة خارج اسطوانات المحرك، في المغذي. أومجاري السحب، كما في محركات البنزين.

ب. محركات يتم تجهيز الشحنة وحرقها داخل أسطوانات المحرك (محركات الديزل).

5) حسب طريقة الاشتعال

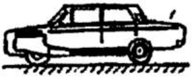
أ. محركات احتراق داخلي يتم اشتعال الشحنة بداخلها بواسطة شرارة كهربائية (محركات ألبنزين).

ب. محركات احتراق داخلي يتم اشتعال الشحنة بداخلها بواسطة الضغط (محركات الديزل).

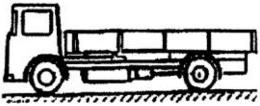
ج. محركات احتراق داخلي يتم فيها اشتعال الوقود الغازي بتسخين نسبة صغيرة من وقود الديزل حتى درجة الاشتعال الذاتي بواسطة الانضغاط.

6) حسب وضع المحرك في المركبة:

أ. محرك أمامي



ب. محرك سفلي



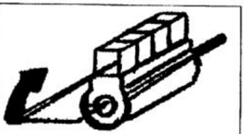
ج. محرك خلفي



7) حسب ترتيب اسطوانات المحرك والشكل الخارجي.

أ. محركات ترتيب الأسطوانات فيها على خط أفقي مستقيم، كما هو موضح في الشكل $(1-1)$ وعادة ما تكون هذه المحركات رباعية الأشواط.

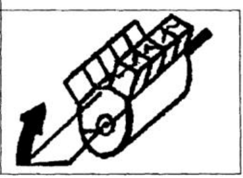
عدد الأسطوانات	ترتيب الإشعال
4	1342
5	1243
6	153624 124635 145632 142635
8	16258374 13684275 14738526 13258674



الشكل $(1-1)$ الأسطوانات على خط أفقي واحد

ب. محركات احتراق على شكل حرف (V) رباعية الاشواط يوضح الشكل (1–2) هذا النوع من المحركات مع بيان عدد الاسطوانات المحتملة و نظام الاشتعال فيه.

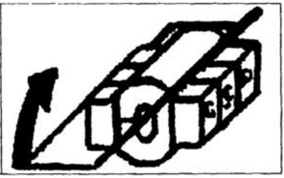
عدد الأسطوانات	ترتيب الإشعال
4	1342
6	142536
8	18274536
	16354728
	15486372
	18364527



الشكل (1–2) محرك على شكل حرف (V)

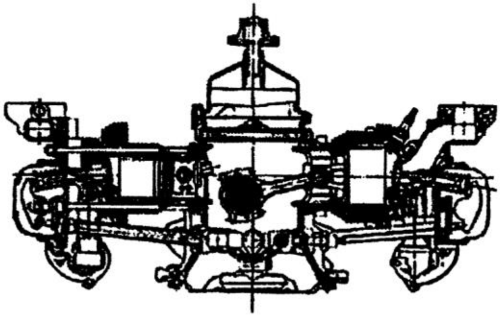
ج. محركات احتراق داخلي ذات اسطوانات متقابلة يوضح الشكل (1 – 3) محرك ذو اسطوانات متقابلة رباعي الاشواط و يبين ايضا عدد الاسطوانات المحتملة و ترتيب الأشعال فيها.

عدد الأسطوانات	ترتيب الإشعال
4	1234
4	1432
6	182435



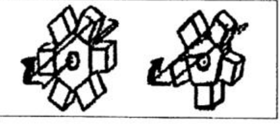
الشكل (1 – 3) محرك ذو اسطوانات متقابلة رباعي الأشواط

ويبين الشكل (1 – 4) مقطعا في محرك اختراق داخلي باسطوانات متقابلة رباعي الدورة و تبرد بالهواء.



الشكل (1 – 4) محرك باسطوانات متقابلة؛ يبرد بالهواء

د. محركات احتراق داخلي نجمية (نصف قطرية) وتوجد بنوعين هما: محركات رباعية الاشواط ويكون عدد الاسطوانات فيها فرديا وثنائية الاشواط ويكون عدد الاسطوانات فيها زوجيا. ويوضح الشكل(1–5) هذا النوع من المحركات.



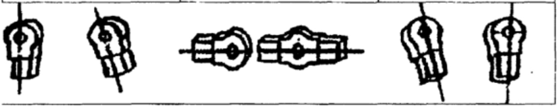
عدد الأسطوانات	ترتيب الإشعال
5	13524
7	1357246
9	135792468
6	123456

الشكل (1 – 5) محرك نجمي

8) حسب وضع محاور الاسطوانات:

وتقع هذه المحركات في ثلاثة أنواع كما هو موضح في الشكل (1– 6).

أ. محرك قائم	ب. محرك أفقي	ج. محرك معلق
محور الأسطوانة رأسي	محور الأسطوانة أفقي	محور الأسطوانة رأسي
الأسطوانة أعلى عمود المرفق		الأسطوانة أسفل عمود المرفق

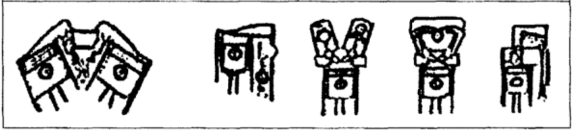


الشكل (1– 6) التصنيف حسب وضع محاور الأسطوانات

9) حسب التحكم بعمل الصمامات

يوضح الشكل (1– 7) تصنيف المحركات حسب التحكم بعمل صماماتها

أ. تحكم علوي بصمامات علوية	ب. تحكم جانبي بصمامات جانبية
تتوافق حركة إغلاق الصمامات مع حركة المكابس، في اتجاه TDC، دون التعرض لوضع عمود الكامات.	تتوافق حركة إغلاق الصمامات مع حركة المكابس، في اتجاه BDC، دون التعرض لوضع عمود الكامات.



الشكل (1–7) التحكم بعمل الصمامات

10) حسب طريقة التبريد وتقسم الى:

أ. محركات يتم تبريدها بالماء.

ب. محركات ذات تبريد هوائي.

11) حسب طريقة اشعال المزيج (الشحنة)

أ. محركات اشعال بالشرارة (البنزين).

ب. محركات إشعال بألضغط (ديزل).

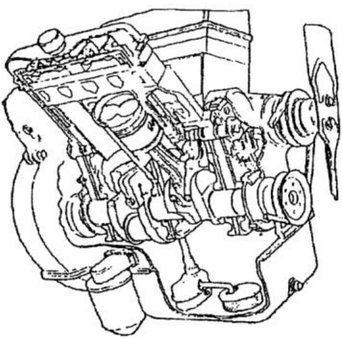
ج. محركات احتراق يتم اشعال الوقود الغازي فيها بتسخين نسبة صغيرة من وقود الديزل حتى درجة الاشتعال الذاتي بواسطة الانضغاط.

12) حسب دورات المحرك الفعلية:

وتقسم إلى:

أ. محركات ترددية رباعية الدورة والاشواط ذات سحب طبيعي واخرى ذات سحب قصري (تحت الضغط).

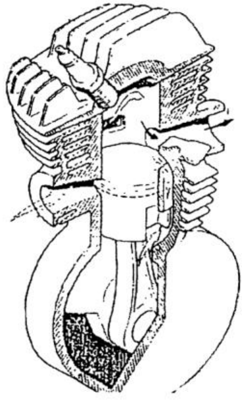
ويوضح الشكل (1–8) هذا النوع من المحركات.



الشكل (1–8) محرك رباعي الدورة على شكل حرف (V) تبريد مائي

ب. محرك ثنائي الدورة والاشواط.

ويوضح الشكل (1 – 9) احد المحركات ثنائية الدورة.



الشكل (1 – 9) محركات ثنائية الدورة بأسطوانة واحده

13) حسب طريقة التحكم في المزيج تحت الحمل في اثناء عمل المحرك:

أ. محركات ذات تحكم نوعي:

حيث تتغير نسبة الوقود الى الهواء فيها تبعا لتغير الحمل على المحرك.

ب. محركات ذات تحكم كمي:

حيث تبقى نسبة الوقود الى الهواء فيها ثابتة، ولكن تتغير كمية المزيج فقط.

ج. محركات ذات تحكم مختلط (نوعي – كمي):

حيث تتغير فيها كمية المزيج وتركيبته بتغير الحمل فقط.

1–2 الدورات النظرية لعمل محركات الاحتراق الداخلي:

لتحليل ودراسة دورات عمل محركات الاحتراق النظرية نأخذ بعين الاعتبار الفرضيات التالية:

1. ثبات كمية الخليط او الهواء داخل اسطوانة المحرك، خلال الدورة النظرية.

يجب ان يتم التخلص من عوادم الاحتراق (الغازات) في الدورات الفعلية للمحرك، الناتجة عن ما سبقها من دورات ليتم سحب خليط جديد من الهواء والوقود إلى الاسطوانة وحتى يتم ذلك فالمحرك سيبذل شغل محدد، وهذا الشغل لا يوجد في دورات المحرك النظرية.

2. يتم اكساب الحرارة لدورات المحرك النظرية من مصدر خارجي وفي زمن محدد مسبقا وذلك وفقا لخواص الدورة، أما في خلال الدورات الفعلية يتم تأمين الحرارة في زمن معين من الدورة وذلك نتيجة للتفاعلات الكيميائية بين الأوكسجين الموجود في الهواء والوقود.

3. ثبات الحرارة النوعية (Specific heat) للشحنة في شوط السحب رغم تغير درجات الحرارة.

4. عمليات الأنضغاط والتمدد تتمان حسب ألأجراء ألأديباتي (Adiabatic)، اي انه لا يوجد تبادل حراري مع المحيط، بينما في أثناء الدورات الفعلية، ونظرا للفرق الكبير بين درجة حرارة المزيج في اثناء الأحتراق وكل من جدران الأسطوانة والمكابس، يحدث التبادل الحراري وينتج عن ذلك بعض المفاقيد الحرارية.

1-3 الدورات الفعلية لمحركات الاحتراق الداخلي:

تشحن أسطوانات المحرك بمزيج من الهواء والوقود بنسب محددة، وذلك لأتمام عملية الأحتراق، ويتشكل هذا المزيج في أثناء سحب الهواء والوقود إلى داخل اسطوانات المحرك.

تختلف عملية انضغاط المزيج في دورات المحرك الفعلية عن الدورات النظرية وذلك لوجود فرق في درجات الحرارة بين المزيج المضغوط (الهواء – الوقود) وجدران اسطوانات المحرك، لذا فإن هذه العملية ليست ادياباتيه، حيث بوجود التبادل الحراري نحصل على درجات حرارة وضغط نهائيين مختلفين عن القيم التي نحصل عليها لو كانت العملية أديباتية (اي دون تبادل حراري) بالأضافة الى وجود المفاقيد المختلفة في بداية التشغيل او في اثناء عمل المحرك دون حمل (Idling).

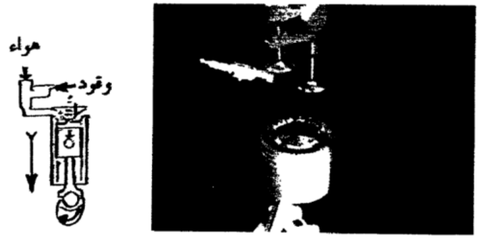
ويوجد فرقا ملموسا بين درجة حرارة ناتج الاحتراق ودرجة حرارة راس وجدران الاسطوانة وتاج المكبس في اثناء عمليات التمدد والانضغاط وذلك نتيجة للتبادل الحراري بين الغازات والسطوح الملامسة لها، وكذلك فإن عملية الأحتراق الفعلية للمزيج لا تنتهي عند النقطة الميتة العليا (T.D.C) وإنما تستمر خلال جزء من شوط التمدد مطلقة بذلك حرارة إضافية،وخلال هذه العملية تنتج مفاقيد إضافية مقارنة بالدورات النظرية. ومن المعلوم انة كلما قلت هذه المفاقيد فإن كفاية المحرك الفعلية تقترب من كفايته النظرية لنفس الدورة.

يصعب جدا تحديد الشغل الناتج في ألمحرك فعليا بطريقة تحليلية نظرا لعدم امكانية تحديد كل المفاقيد في اثناء عمل المحرك، لذلك فإن هذه الدراسة تعتمد على العوامل والثوابت التجريبية والتي نحصل عليها عمليا نتيجة لعدة تجارب وكذلك على المعطيات المميزة لكل عملية وتأثيرها على الدورة ككل والتي توضح بدراسة المخططات البيانية والعلاقة بين الحجم والضغط (P–V) في اثناء الدورة، أو من خلال العلاقة بين زوايا دوران عمود المرفق والزمن، او من خلال العلاقة بين زوايا دوران عمود المرفق والضغط.

تـتم دورة المحـرك الفعليـة في اربعـة اشـواط خـلال دورتـين (720°) درجـة لعمود المرفق كما يلي:

1) شوط السحب (*INTAKE*):

يتحرك المكبس خلال هذا الشوط من أعلى الى اسفل، ويكون صمام السحب مفتوحـا والعـادم مغلقـا، وتـتم عمليـة السـحب بفعـل إنخفـاض الضـغط داخـل الاسطوانة. ويوضح الشكل (1- 10) الوضع في الاسطوانة خلال هذا الشوط.

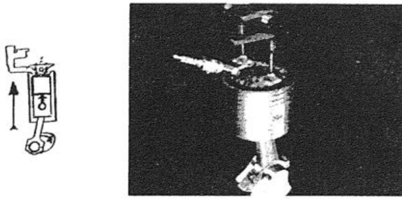


الشكل (1- 10) شوط السحب

2) شوط الضغط *COMPRESSION*:

يتحـرك المكـبس خـلال هـذا الشـوط مـن اسـفل الى أعلـى ضـاغطا المزيـج الى داخـل غرفـة الاحـتراق، ليصـبح حجمـه مسـاويا لحجـم غرفـة الاحـتراق في نهايـة الشوط. ويكون كلا مـن صمامي السحب والعـادم مغلقـين. ويصبح المزيج في نهاية هذا الشوط جاهزا للاشتعال.

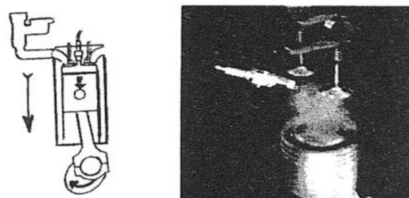
ويوضح الشكل (1- 11) إتجاه الحركة خلال هذا الشوط.



الشكل (1-11) شوط الضغط

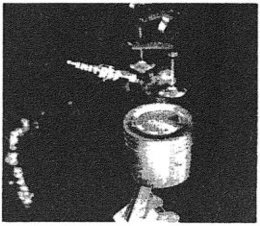
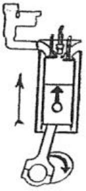
3- شوط القدرة (التمدد) POWER

يكون خلال هذا الشوط كلا من صمامي السحب والعادم مغلقين، ويكتمل احتراق المزيج حيث تتحول الطاقة الحرارية الى طاقة ميكانيكية لتغذي عمود المرفق بالحركة. يوضح الشكل (1-12) الوضع خلال هذا الشوط.



الشكل (1-12) شوط القدرة

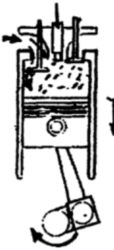
4) شوط العادم *EXHAUST* :

الشكل(1–13) شوط العادم

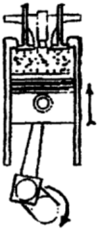
يكون صمام السحب مغلقا وصمام العادم مفتوحا في أثناء هذا الشوط، ويتحرك المكبس من اسفل الى اعلى طاردا معه نواتج الاحتراق من غازات العادم الى خارج الاسطوانة لتنظيفها وتحضيرها لاستقبال شحنة جديدة. ويوضح الشكل (1–13) إتجاه الحركة خلال هذا الشوط.

يبين الشكل (1–14) الأشواط الأربعة وحركة المكابس داخل الاسطوانات.



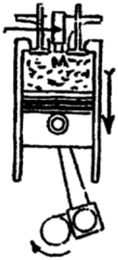
1. السحب **Intake**

يتم سحب الهواء من خلال
صمام السحب المفتوح في أثناء
حركة المكبس إلى أسفل



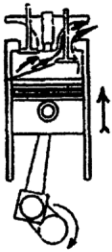
2. الضغط **Compression**

يتم ضغط الهواء في أثناء صعود
المكبس إلى أعلى ويكون كل من
صمامي، السحب والعادم مغلقان



3. القدرة **Power**

يتم حقن الوقود على الهواء المضغوط يتم
الإشتعال والإحتراق وتمدد الغازات، كل
من صمامي السحب والعادم مغلقان

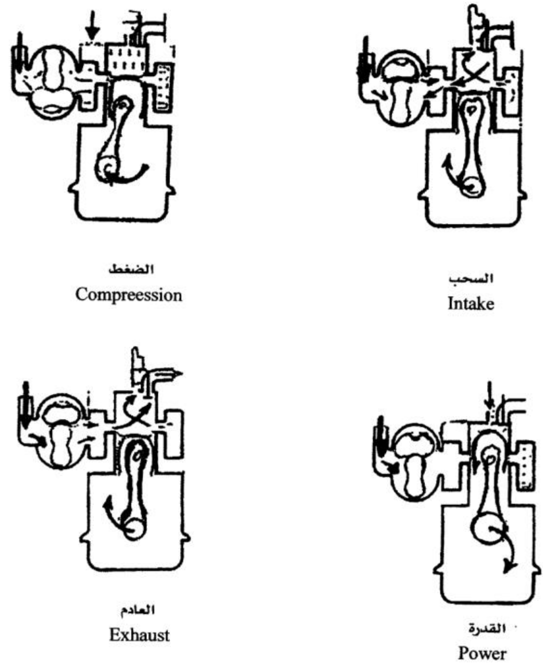


4. العادم **Exhaust**

يتحرك المكبس للأعلى طارداً معه
الغازات الناتجة عن الإحتراق من
خلال صمام العادم المفتوح

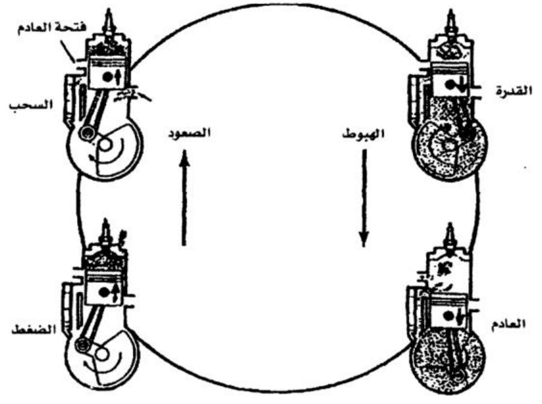
الشكل (1–14) الأشواط الأربعة في محرك الديزل

ويوضح الشكل (1–15) الأشواط الأربعة لمحرك ثنائي الشوط:



الشكل (1– 15) أشواط محرك ثنائي الدورة ديزل

ويوضح الشكل (1– 16)، عمل محرك ثنائي الدورة – بنزين في أثناء مشواري الصعود والهبوط للمكبس خلال (360) درجة من دوران عمود المرفق.



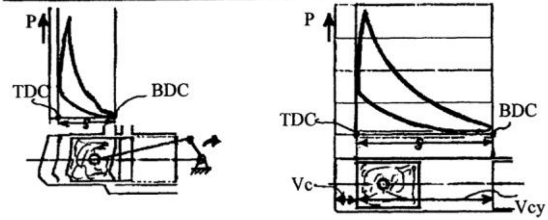
يضغط المزيج ويحول الأسطوانة

الشكل (1– 16) عمل محرك ثنائي الدورة (بنزين)

1–4 مقارنة بين أنواع المحركات المختلفة

أ. مقارنة بين المحركات رباعية الأشواط وثنائية الأشواط:

المحرك رباعي الأشواط	المحرك ثنائي الأشواط
1. من حيث مخطط العمل (P-V): يوضح الشكل (1 – 17) هذه المقارنة	
دورة شغل واحدة لكل (720°)من دوران عمود المرفق (أربعة أشواط)	دورة شغل واحدة لكل 360° من دوران عمود المرفق (شوطين للمكبس.



الشكل (1 – 17)

2. من حيث التصميم

يتطلب عدد كبير من التجهيزات للتحكم في عمل صماماته، ويتطلب حيز أكبر للتركيب، أثقل وأغلى ثمناً.	يمتاز بالتصميم البسيط والعدد القليل من الأجزاء المتحركة البسيطة، كما أنه أخف وزناً وأقل ثمناً، وكذلك أعطاله أقل، وتكاليف صيانته أقل.

3. من حيث نسبة القدرة إلى كل من الوزن والحجم

نسبة الوزن إلى القدرة أكبر وتساوي (2.5 – 6.5) kg/kw نسبة القدرة إلى الحجم = (20 – 50) kw/L	نسبة الوزن إلى القدة وتساوي (2.5 – 4) kg/kw نسبة القدرة إلى الحجم = (25 – 45) kw/L

4. من حيث الضغط

يبلغ الضغط الفعال (10 – 7) بار	يبلغ الضغط الفعال (5 – 7) بار

5. من حيث التبادل الغازي

تبادل غازي مقفل ومفقودات طرد قليلة مما يؤدي إلى خفض معدل الإستهلاك النوعي للوقود.	تبادل غازي مفتوح ومفقودات طرد أكبر مما يؤدي إلى رفع معدل استهلاك الوقود.

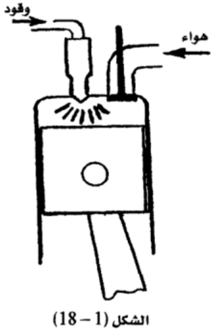
6. من حيث الإجهاد	
إجهاد أقل وإستهلاك أقل للزيت	حمل حراري أعلى وظروف تبريد أصعب
7. من حيث عزم الدوران	
غير منتظم. نظراً لأن دورة العمل تشمل شوط قدرة واحدة، وثلاثة أشواط خالية من الشغل	عزم دوران منتظم، وقدرة أفضل وفي حالة اللاحمل وعند السرعات المنخفضة يقل عزم الدوران
8. من حيث التحكم بغازات العادم	
أكثر بساطة بالتصميم وأقل حساسية لا يشاهد دخان احتراق الزيت بالعادم	أعقد في التصميم وأكثر حساسية يشاهد دخان احتراق الزيت بالعادم.

ب. المقارنة بين عمل محركات البنزين والديزل ثنائية الدورة:

يوضح الشكل (1–18) هذه المقارنة

الديزل:

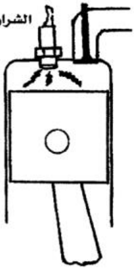
- يدخل الهواء فقط الى الأسطوانة
- ينضغط الهواء
- يتم حقن الوقود
- يتم اشعال المزيج من حرارة الضغط
- معدل نسبة الأنضغاط (1–16)



الشكل (1 – 18)

البنزين:

- يتم تحضير المزيج في المغذي
- يدخل المزيج للأسطوانة ثم ينضغط فيها
- يتم اشعال المزيج بإستخدام شرارة كهربائية
- معدل نسبة الأنضغاط (1–8)



الشكل (1– 19) مقارنة بين المحركات ثنائية الدورة (ديزل/بنزين)

ج. مقارنة بين محركات البنزين (أتو) ومحركات الديزل

يمكننا مقارنة هذه المحركات ببعضها من حيث:

محركات البنزين		محركات الديزل
1. المخترع		
نيكولاس أوجست أوتو (1867)		رودلف ديزل (1892)
2. انواع الوقود المستخدمة		
وقود خفيف مثل البنزين والكحول والوقود الغازي		وقود ثقيل ذو درجة غليان مرتفعة مثل وقود الديزل والقطران السولار
3. الموازنة الحرارية		
ماء التبريد	٪33	٪ 32
غاز العادم والإشعاع	٪36	٪29
الإحتكاك	٪7	٪7
الشغل الفعال	٪24	٪32
	٪100	٪100

4. تحضير المزيج	
تحضير وتذرية الوقود في المغذي حقن الوقود في مجاري السحب	حقن الوقود في الأسطوانة في نهاية شوط الضغط
5. عملية الإحتراق	
احتراق عند حجم ثابت (نظريا) الحجم ثابت تقريبا طوال عملية الإحتراق	احتراق تحت ضغط ثابت (نظريا) الضغط ثابت تقريبا طوال عملية الإحتراق
6. نسبة الخلط	
النسبة النظرية للخلط (1:14.8)	يجب ان يعمل محرك الديزل، من اللاحمل ولغاية الحمل الكامل بفائض من ألهواء
7. نسبة الأنضغاط	
من(6 –12) وتؤدي زيادة الأنضغاط الى زيادة الكفاية وتقليل معدل الأستهلاك النوعي للوقود	من(14 – 22) وتحدد بمقدار الحمل الواقع على المحرك
8. الأحتراق	
يتم ضغط مزيج الوقود والهواء وإشعاله بواسطة شرارة كهربائية	يتم ضغط الهواء بدرجة عالية ويشتعل الوقود ذاتياً بعد اختلاطه بالهواء الساخن بزمن تأخير محدد.

اسئلة الوحدة الأولى

1) عدد الأشواط الأربعة التي تتم بها دورة المحرك الفعلية.
2) قارن بين كل من محرك البنزين والديزل من حيث:

أ. الاشتعال.

ب. تحضير المزيج.

ج. الضغط

3) عدد أنواع الكسح في محركات ثنائية الدورة.
4) ضع دائرة حول الجواب الصحيح:

1. لقيمة الاشتعال الشائعة الاستعمال لمحرك احتراق ذو ستة اسطوانات هي:

أ) 1:5:3:6:2:4 ب) 1:6:5:2:4:3

ج) 1:3:5:2:6:4 د) كل ما ذكر صحيح.

2. تستعمل محركات الاحتراق الداخلي نظام تبريد باستخدام:

أ) الهواء ب) الماء

ج) أ + ب د) لا شيء مما ذكر

3. عندما تبقى نسبة الوقود للهواء ثابتة ولكن تغيير كمية المزيج فقط عندها يكون التحكم:

أ) نوعي ب) كمي

ج) مختلط د) لا شيء مما ذكر

4. تتم عملية الانضغاط والتمدد في محركات الاحتراق الداخلي حسب الاجزاء:

أ) الانبروتروي ب) الثيرموتربي

ج) الاديباني د) أ + ب

5. اثناء شوط السحب يتم حركة المكبس داخل الاسطوانة في محركات الاحتراق الداخلي:

أ) من الأعلى للأسفل ب) من الوسط للأسفل

ج) من الأسفل للأعلى د) من الوسط للأعلى

الوحدة الثانية

محركات الإحتراق الداخلي
[التركيب والوظيفة]

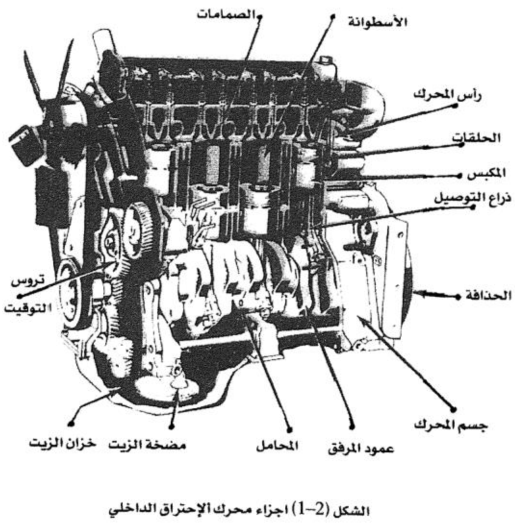
الوحدة الثانية

محركات الإحتراق الداخلي (التركيب والوظيفة)

تتكون محركات ألإحتراق الداخلي من ثلاثة اجزاء رئيسية هي:

1. راس المحرك.
2. جسم المحرك.
3. خزان الزيت (الكارتير).

يوضح الشكل (2–1) مقطعا في محرك إحتراق داخلي يبين اجزائه الرئيسية.



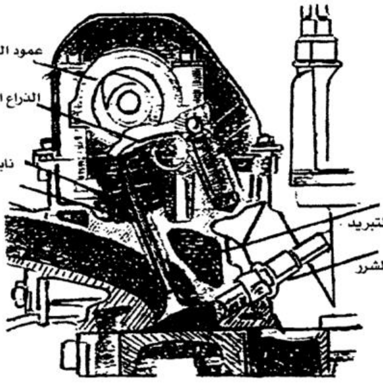
الشكل (2–1) اجزاء محرك الإحتراق الداخلي

1-4 رأس المحرك *Cylinder Head*

يحتوي رأس المحرك على الأجزاء التالية:

1. غرف الإحتراق
2. الصمامات وتوابعها، العمود المتأرجح، عمود الكامات وغيرها.
3. شمعات الشرر في محركات البنزين والبخاخات في محركات الديزل.
4. جيوب ومجاري التبريد.

يركب رأس المحرك على جسمه وذلك بإستخدام حشوة خاصة مانعة للتسريب ويوضح الشكل (2-2) الأجزاء الرئيسية لرأس المحرك.

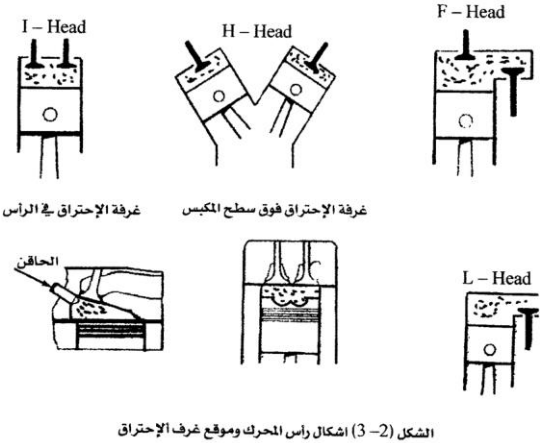


الشكل (2-2) راس المحرك

ويصمم رأس المحرك بأشكال عدة وذلك تبعا لوضع الصمامات فية وكذلك وضع عمود الكامات، ومن هذه الأشكال:

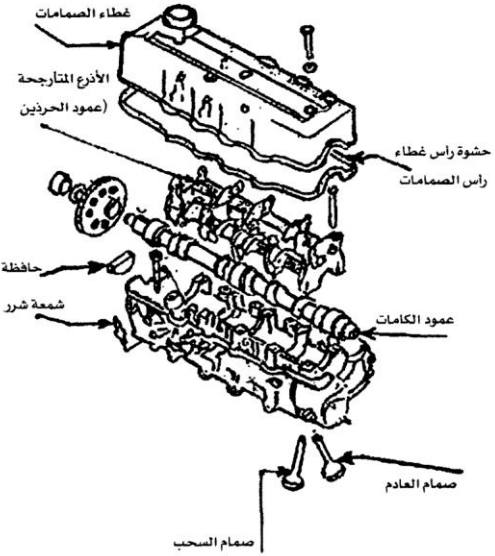
1. الرأس على شكل حرف (L) ويتميز هذا الراس بصغر حجم صماماته ومزود بغرفة احتراق مستوية.
2. الـرأس علـى شـكل حـرف (F)،حيـث يشـكل صـمام السـحب الواقـع في رأس الأسطوانة مع صمام العادم والواقع في جسم الأسطوانة حرف (F).
3. الـرأس علـى شكل حـرف (I)، وتقـع صـمامات هـذا الـرأس علـى خـط واحـد في رأس الأسـطوانة. ويمتـاز أيضـا بإمكانيـة الـتحكم في تصـميم غـرف إحتراقـه وبالتالي كفايته الحجمية المرتفعة.
4. الـرأس علـى شـكل حـرف (H) ويسـتخدم عـادة هـذا الـرأس في المحركـات المصممة على شكل حرف (V).

ويوضـح الشـكل (2–3) الأشـكال المختلفـة لـرأس المحـرك والمسـتعملة في محركات الإحتراق الداخلي. ويبين ايضا موقع غرف الإحتراق في الرأس.



الشكل (2– 3) اشكال رأس المحرك وموقع غرف الإحتراق

ويوضح الشكل (2–4) أجزاء رأس المحرك التفصيلية:

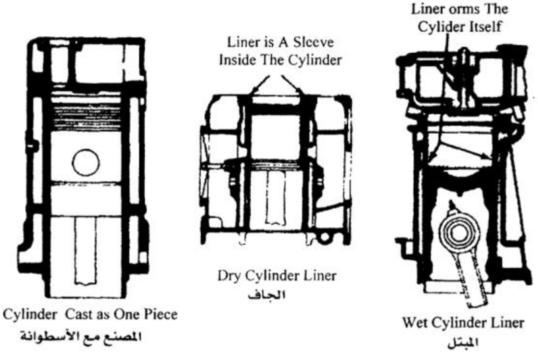


الشكل (2–4) اجزاء رأس المحرك التفصيلية

2–4 جسم المحرك *Cylinder Block*:

وهو الجزء الرئيسي في المحرك ويحتوي على الأسطوانات وجيوب التبريد وفتحات الزيت ويصنع من الحديد الزهر.

يوضح الشكل (2–6) انواع الأسطوانات التي تستعمل في محركات ألإحتراق.

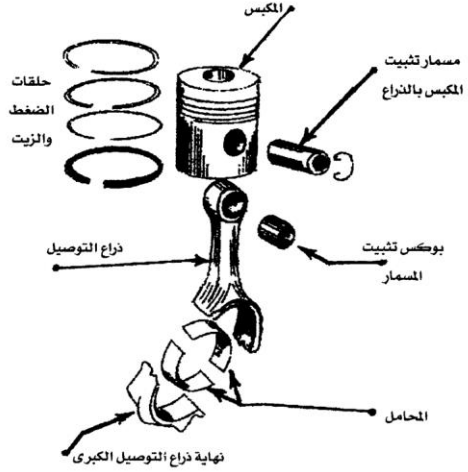


الشكل (2–6) انواع اسطوانات المحرك

3–4 مجوعة المكبس وذراع التوصيل: *Piston &Connecting Rod*

يوضح الشكل (2–7) ألأجزاء الرئيسية التي تتكون منها هذه المجموعة والتي تستخدم في نقل وتحويل حركةالمكبس الخطية الناجمة عن تاثير ضغط الغازات على سطح المكبس الى حركة دورانية لعمود المرفق.

تتكون هذه المجموعة من المكبس ومسمار الربط، حلقات الضغط وحلقات التزييت، وذراع التوصيل ومحامله كما هو موضح في الشكل (2–1).



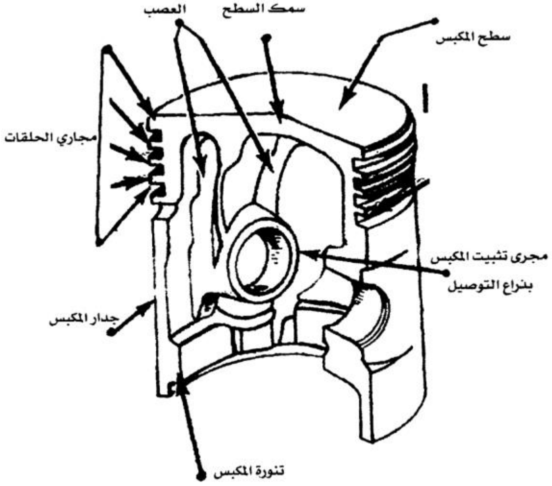
الشكل (2–7) مجموعة المكبس وذراع التوصيل

تصنع عادة المكابس من سبائك الألمنيوم في المركبات الخفيفة ذات السرعات العالية ومن الحديد الزهر في المحركات ذات السرعات البطيئة.

يوضح الشكل (2–7) اجزاء المكبس الرئيسية وموقع كل من حلقات الزيت والضغط عليه. وتوجد المكابس في أشكال عدة منها:

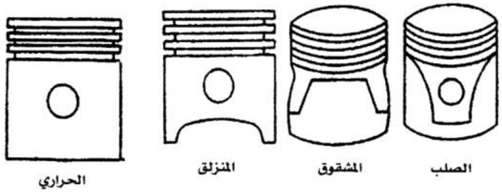
1. المكابس الصلبة والتي تمتاز ببساطة التركيب ويكون صوت المحرك مرتفع نسبيا عند إستخدام هذا النوع بسبب الخلوص الكبير نسبيا بين المكبس وجدار الاسطوانة.
2. المكبس المزود بشقوق طولية او عرضية والخلوص بينه وبين جدار الاسطوانة اقل من النوع الاول.

3. المكابس المنزلقة، حيث يقطع جزء من تنورة المكبس لتسهيل الانزلاق وتخفيف الوزن وتحسين عملية التبريد.
4. المكابس الحرارية والتي تصنع من سبيكة الألمنيوم الخالص لإكساب المكبس مواصفات حرارية مميزة.



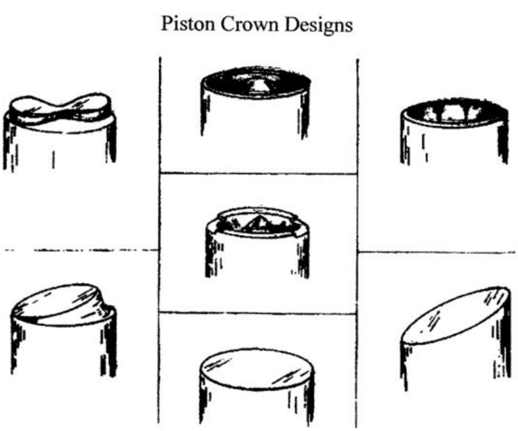
الشكل (2–8) اجزاء المكبس المختلفة

ويوضح الشكل (2–9) بعض انواع المكابس المستخدمة في محركات الإحتراق الداخلي.



الشكل (2–9) أنواع المكابس

ويصمم تاج المكبس بأشكال مختلفة وذلك للتحكم بغرفة الإحتراق وتحسين ظروف حركة الغازات فيها كما هو مبين في الشكل (2–10).



الشكل (2–10) اشكال تاج المكبس

يثبت على المكبس نوعان من الحلقات هما:

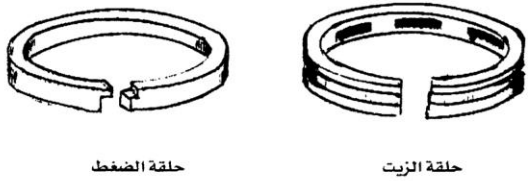
1) حلقات الضغط Compression Rings

تعمل هذه الحلقات على منع تهريب الضغط الناجم عن احتراق المزيج داخل غرف الاحتراق وكذلك في أثناء شوط الضغط الى حيز غرفة عمود المرفق وذلك للمحافظة على قدرة المحرك ويكون عدد هذه الحلقات في العادة (2).

2) حلقات الزيت Oil Rings

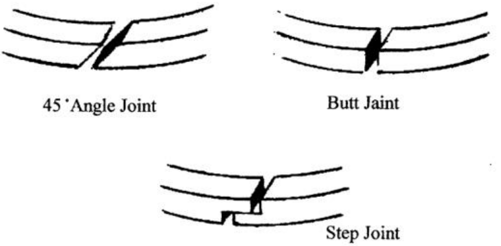
تستخدم هذه الحلقات في منع تسريب الزيت الى غرف الإحتراق وبالتالي منع الزيت من الإحتراق في هذه الغرف لتجنب تراكم الكربون ونواتج الاحتراق على سطح المكبس والصمامات وجدران هذه الغرف.

ويبين الشكل (2–11) انواع هذه الحلقات:

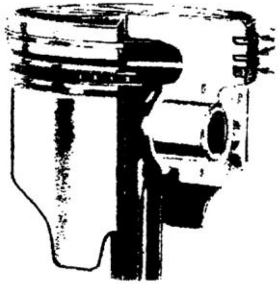


الشكل (2–11) حلقات الزيت والضغط

وتاخذ وصلات حلقات الضغط اشكالاعده منها ماهو موضح في الشكل (2–12) وكما يبين الشكل(2– 13) موضع هذه الحلقات على الجزء العلوي من المكبس.



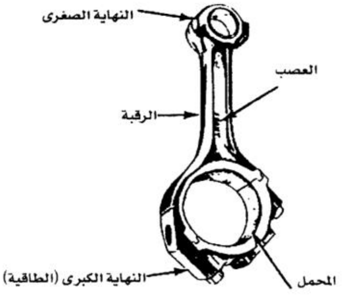
الشكل (2–12) وصلات حلقات الضغط



الشكل (2–13) موقع الحلقات على المكبس

وتصنع الحلقات، بحيث يكون قطرها الصحيح عند التركيب على المكبس مساويا لقطر الأسطوانة، مع مراعاة خلوص بسيط يساوي (0.003) لكل ملم من قطر الأسطوانة.

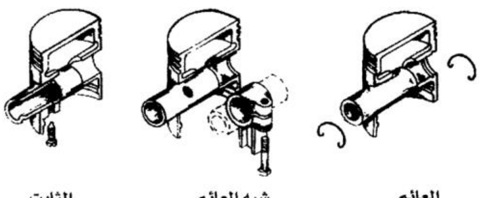
ولنقل وتحويل الحركة ما بين المكبس وعمود المرفق يستعمل ذراع التوصيل الموضح في الشكل (2–14).



الشكل (2–14) ذراع التوصيل

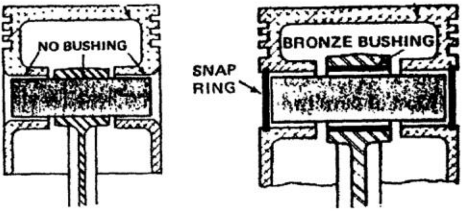
يتم توصيل ذراع التوصيل من نهايته الصغرى مع المكبس بعدة طرق كما هو موضح في الشكل (2–15)، ومن هذه الطرق:

1. **التوصيل العائم** Full Floating Pin.
2. **التوصيل شبه العائم** Semi Floating Pin.
3. **التوصيل الثابت** Fixed Pin **حيث يثبت مسمار الربط في هذه الحالة بالمكبس.**



الشكل (2–15) اشكال تثبيت المكبس بذراع التوصيل

ويبين الشكل (2– 16) الفرق بين التوصيل العائم والتوصيل الثابت،حيث تستخدم بوكسات خاصة في حالة التوصيل العائم.



الشكل (2–16) التوصيل العائم والثابت لذراع التوصيل مع المكبس

4–4 عمود المرفق والحذافة – *Crankshaft and Flywheel*

يصنع عمود المرفق من قطعة واحدة من الفولاذ المقوى، ويزود بمجاري خاصة لإيصال زيت التزييت الى محامله والى محامل ذراع التوصيل.

ويستخدم عمود المرفق في نقل القدرة الناتجة عن الإحتراق خلال اشواط القدرة للمحرك الى بقية اجزاء نقل الحركة في المركبة.

يبين الشكل (2–17) اجزاء عمود المرفق الرئيسية، وكما يوضح ايضا القرص الدوراني الوركب على نهايته والذي يسمى الحذافة (Flywheel) وتعمل الحذافة على:

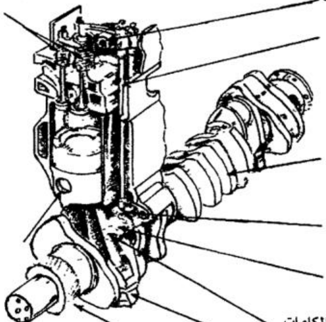
1. خزن الطاقة المكتسبة من اشواط المحرك الفعالة للمحافظة على استمرارية الحركة في اثناء الأشواط الخرى.
2. العمل على إتزان عمود المرفق في أثناء الدوران.

3. تستعمل الحذافة في بدء تشغيل المحرك وذلك بواسطة الترس المركب على محيطها الخارجي، عند تعشيقه مع ترس بدء الحركة عند تشغيل المحرك.
4. يستعمل السطح الخلفي للحذافة في تركيب اجزاء مجموعة القابض.



الشكل (2–17) أجزاء عمود المرفق

ويوضح الشكل (2–18) عمود المرفق وربطه بذراع التوصيل وبقية اجزاء مجموعة المكبس في محرك ديزل.

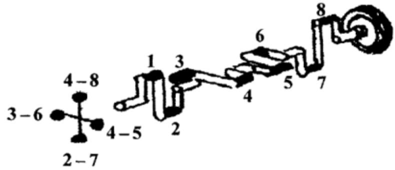


الشكل(2–18) عمود المرفق وربطه بمجموعة المكبس

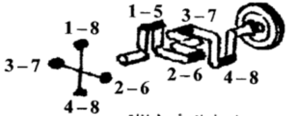
ويوضح الشكل (2– 19) ترتيب الأسطوانات في المحرك على عمود المرفق.



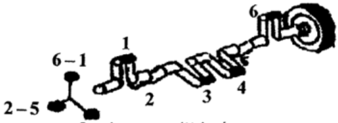
محرك بأربع أسطوانات



محرك بثماني أسطوانات



محرك بثماني أسطوانات

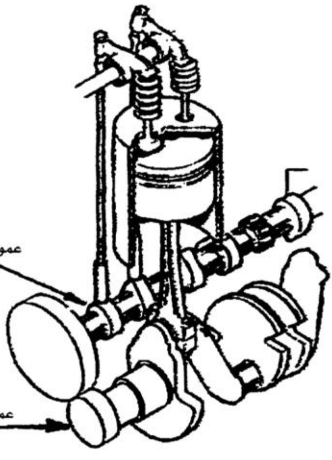


محرك بست أسطوانات

الشكل (4219) ترتيب الأسطوانات على عمود المرفق

4 – 5 عمود الكامات *Camshaft*

وهو عبارة عن عمود مصنع بطريقة هندسية خاصة ومزود بحدبات تنقل الحركة الى توابعها وهي الصمامات لتتحكم بتوقيت فتحها وإغلاقها كما هو موضح في الشكل (2– 20).



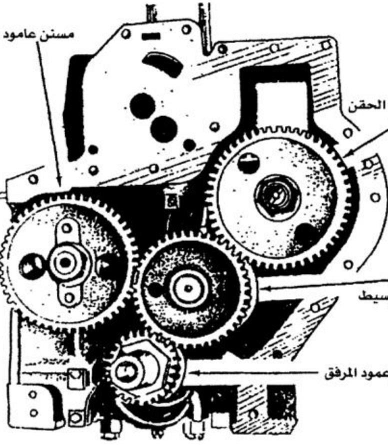
الشكل (2–20) عمود الكامات والصمامات

ويقوم عمود الكامات في المحرك بما يلي:

1. التحكم بتوقيت فتح وإغلاق صمامات المحرك وذلك تبعا لترتيب الإشعال فيه.
2. تشغيل كل من مضخة الزيت، مضخة البنزين الميكانيكية، مضخة الديزل وكذلك موزع الشرارة في كل من محركات البنزين والديزل.

ويستمد عمود الكامات حركته من عمود المرفق كما هو موضح في الشكل (2–20) ويربط معه بطريقتين هما :

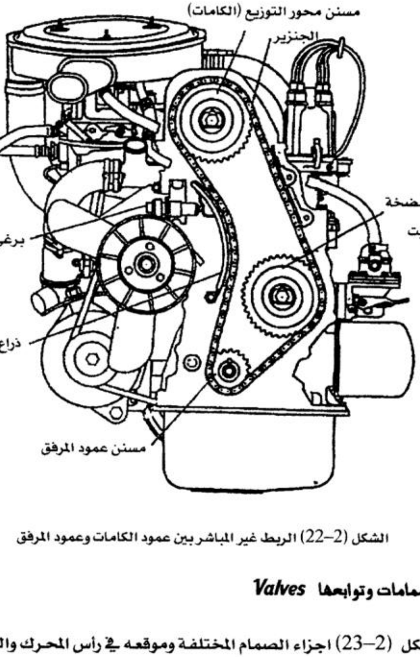
1) الربط المباشر بإستخدام التروس كما هو موضح في الشكل (2–21)، ويراعى عند الربط مراعاة موقع العلامات المميزة على هذه التروس وذلك للتحكم بطريقة سليمة في توقيت فتح وإغلاق صمامات المحرك.



الشكل (2–21) الربط المباشر بين عمود المرفق وعمود الكامات

2) الربط غير المباشر بإستعمال الأقشطة والسلاسل كما هو موضح في الشكل (2–22) وعند الربط يجب مراعاة الإشارات المميزة على كل من السير او الجنزير وبكرات نقل الحركة لإجراء التحكم الصحيح بتوقيت عمل الصمامات في المحرك.

وفي كلا حالات الربط تكون سرعة عمود الكامات نصف سرعة عمود المرفق

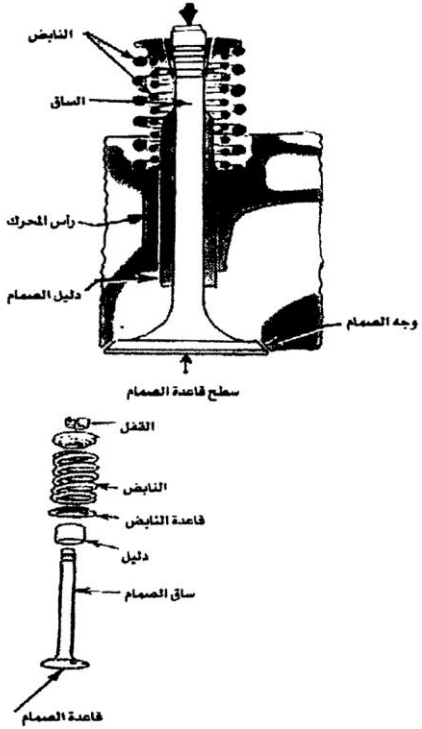


الشكل (2–22) الربط غير المباشر بين عمود الكامات وعمود المرفق

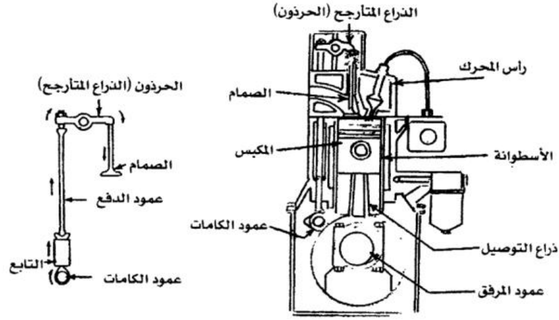
4–6 الصمامات وتوابعها *Valves*

يبين الشكل (2–23) اجزاء الصمام المختلفة وموقعه في رأس المحرك والذي يتكون من القاعدة والساق بالإضافة الى الدليل والنابض،ويأخذ الصمام حركته الخطية من عمود الكامات بواسطة العمود المتأرجح (Rocker Arm) كما هو موضح في الشكل (4–24)، حيث يتم التحكم بفتحه وإغلاقه بواسطة عمود الكامات الذي ينقل الحركة الى عمود الدفع ومنه الى الذراع المتأرجح واخيرا للصمام ويتولى

النابض عملية الإغلاق للصمام بعد زوال تأثير فعل الحدبة كما هو موضح في الشكل (2–24).

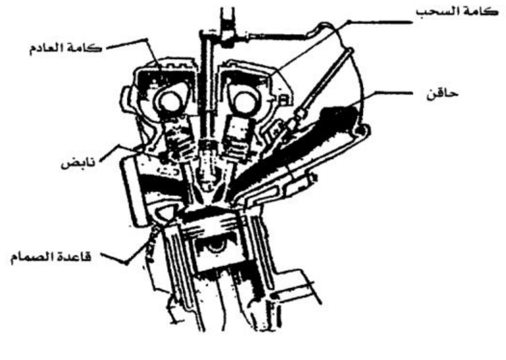


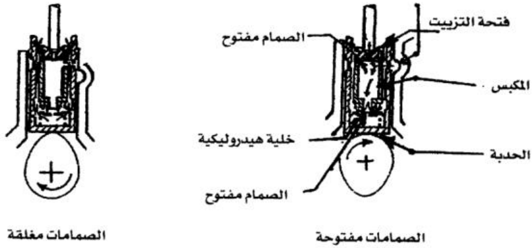
الشكل (2–23) أجزاء الصمام



الشكل (2–24) نقل الحركة للصمام

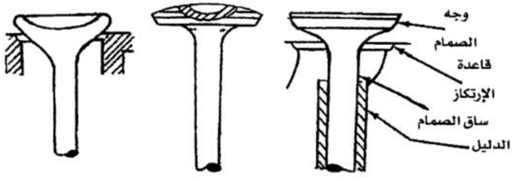
تستخدم الصمامات التي يتم التحكم بها هيدروليكيا في المركبات الحديثة والموضحة في الشكل (2–25)، حيث يبين هذا الشكل الصمام في وضعية الإغلاق والفتح كما يبين ايضا موقع الصمامات في رأس المحرك.





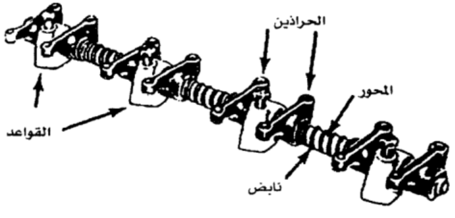
الشكل (2–25) الصمامات الهيدروليكية

وتصنع قاعدة الصمام بأشكال عدة، منها الموضحة في الشكل (2–26)، حيث يبين هذا الشكل ثلاثة اواع من الصمامات وهي الصمام بالرأس المسطح وصمام برأس على شكل زنبقة وأخر برأس محدب.



الشكل (2–26) انواع الصمامات

يوضح الشكل (2–27) عمود الأذرع المتأرجحة والذي يتحكم بفتح واغلاق الصمامات.



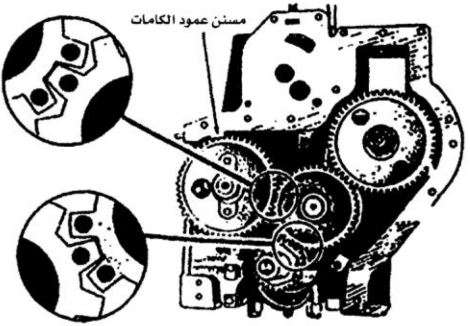
الشكل (2–27) عمد الأذرع المتأرجحة (Rocker Arm)

يستعمل عادة لكل أسطوانة صمامان هما:

1. صمام السحب ويتميزيكبر قاعدته للسماح لدخول أكبر كمية من الشحنة الى الأسطوانة وذلك للحصول على اكبر قدرة ممكنة.
2. صمام العادم ويمتاز بصغر قاعدته ومن خلاله يتم اندفاع غازات العادم من الأسطوانة بعد إنهاء شوط القدرة.

لتامين عمل الصمامات وتوقيت فتحها وإغلاقها بصورة جيدة، تستعمل علامات مميزة عند التركيب كما يلي:

1. توجد علامة مميزة على شكل نقطة على ترس التوقيت لعمود الكامات واخرى مقابلة لها على ترس عمود المرفق.
2. توجد دائرة صغيرة على ترس التوقيت لعمود الكامات ودائرتان على ترس التوقيت لعمود المرفق، وعند ضبط التوقيت توضع دائرة ترس عمود الكامات بين الدائرتين الموجودتين على ترس عمود المرفق كما هو موضح في الشكل (2– 28).
3. وفي المحركات التي تستخدم فيها جنازير لنقل الحركة، تكون بعض حلقاتها لامعة ومميزة وعلى ابعاد محددة، حيث عند التركيب توضع هذه الحلقات مقابل نقاط مثبتة على التروس.



الشكل (2–28) علامات التوقيت على التروس

ويتم ضبط توقيت الصمامات على النحو التالي:

1. يدار عمود المرفق بإتجاه عقارب الساعة حتى يصبح المكبس في النقطة الميتة العليا.
2. يدار عمود الكامات بعكس اتجاه عمود المرفق بعد فصلهما عن بعض الى ان تلامس قاعدة الكامة قاعدة عمود الدفع، مع ملاحظة حركة صمام السحب، حيث الإستمرار في تدوير عمود الكامات يؤدي الى فتح الصمام وفي هذه اللحظة تثبت العلامات على كل من ترسي توقيت عمود المرفق وعمود الكامات في وضع التقابل ويعشق الترسان في هذا الوضع مع مراعاة عدم تحريك اي منهما.

ولتأمين عمل الصمامات بدقة،لا بد من معايرتها، اي ضبط الخلوص المناسب ما بين ساق الصمام والذراع المتأرجح في حالة الإغلاق،لتوفير الفراغ المناسب لتمدد الصمام الناجم عن ارتفاع درجة الحرارة في اثناء عمل المحرك.

وعند ضبط هذا الخلوص فإن المحرك سوف يعمل بنعومة وبكامل طاقته، وإذا كان خاطئا فإن ذلك يؤدي الى حدوث متاعب متعددة في اثناء عمل المحرك ومنها :

1) في حالة الخلوص الزائد:

أ. قد يحدث إلتواء في ساق الصمام نظرا لإرتكاز الصمام بسرعة على قاعدته.

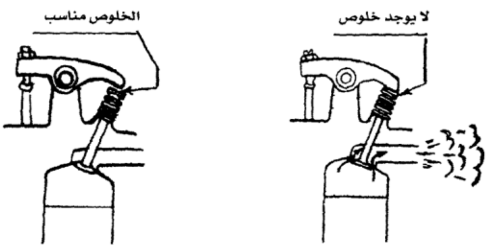
ب. يتاخر فتح الصمام وينغلق قبل موعده، مما يؤدي الى دخول مزيج اقل وبالتالي تنخفض قدرة المحرك.

ج. نظرا لقصر فتحة الصمام فإن كمية غازات العادم لن تخرج بالكامل من الأسطوانة في اثناء شوط العادم، مما يؤدي الى ارتفاع درجة حرارة المحرك.

2) في حالة الخلوص الناقص:

أ. يؤدي الخلوص الناقص الى عدم احكام إغلاق الصمامات، كما هو موضح في الشكل (2–29)، حيث يتسرب المزيج المضغوط مما يؤدي الى إنخفاض الضغط داخل الأسطوانة وبالتالي انخفاض قدرة المحرك.

ب. يؤدي الخلوص الخاطئ الى فتح وإغلاق الصمامات بسرعة، بحيث لايتوفر له الوقت الكافي ليبرد وترتفع درجة حرارته مما يؤدي الى احتراقه.



الشكل (2–29) خلوص الصمامات

أسئلة الوحدة الثانية

1) بين بالرسم التخطيطي الأشكال المختلفة لتصميم رأس المحرك تبعا لوضع الصمامات فيه.
2) عدد اجزاء مجموعة المكبس الرئيسية.
3) ما هي وظيفة الحذافة في المحرك.
4) عدد انواع المكابس المستخدمة في محركات الاحتراق الداخلي.
5) ما أنواع حلقات المكابس المستخدمة في محركات الاحتراق، ذاكرا وظيفتها.
6) بين بالرسم التخطيطي العلاقة بين تصميم عمود المرفق وعدد الأسطوانات فيه.
7) بين بالرسم التخطيطي كيفية نقل الحركة للصبابات من عمود الكامات.
8) ما هي الطرق التي يتم بها ربط المكبس بذراع التوصيل
9) ما اهمية ضبط توقيت فتح واغلاق الصمامات في المحرك.
10) ما هي نتائج عدم ضبط خلوص الصمامات في المحرك.
11) ما هي الطرق التي يتم بواسطتها نقل الحركة من عمود المرفق الى عمود الكامات.
12) عدد انواع الأسطوانات المستخدمة في محركات الإحتراق الداخلى، ذاكرا ميزات كل نوع.
13) ما هي الأجزاء التي يحتويها رأس المحرك.
14) عدد انواع علامات التوقيت المستخدمة في محركات الإحتراق الداخلي.

الوحدة الثالثة

نظام نقل الحركة

الوحدة الثالثة

أنظمة نقل الحركة

مكونات نظام نقل الحركة في نظام الدفع الخلفي (rear wheel drive):

1. القابض.
2. صندوق السرعات.
3. عمود الادارة.
4. مجموعة المحاور الخلفية (البككس+الاكسات).

مكونات نظام نقل الحركة في نظام الدفع الامامي (front wheel drive):

1. القابض.
2. صندوق السرعات.
3. المحور القائد (trans axle).
4. محور الاكس(AXLE SHAFT).

مكونات نظام نقل الحركة في نظام الدفع الرباعي (Four Wheel drive):

1. القابض.
2. صندوق السرعات.
3. محاور نقل الحركة الأمامية.
4. عمود الأدارة (Drive shaft).
5. مجموعة المحاور الخلفية (البككس+ الاكسات).

متطلبات نقل الحركة والقدرة:

تقوم أنظمة الحركة والقدرة بنقل القدرة من المحرك لتدوير العجلات.

أنظمة نقل الحركة (Transmission) ومحاور نقل الحركة الأمامية (Trans axel) يمكن أن تكون آلية او يدوية.

- في النظام الآلي الأوتوماتيكي يكون نقل السرعة وتبديلها من مسنن لآخر آليا ولا يكون للسائق اي عمل في نقل السرعة.
- في النظام اليدوي يتم تبديل السرعة بوساطة اليد لتبديل نسبة عدد أسنان مسنن لآخر ويتم ذلك بوساطة ضغط رجل السائق على دواسة القابض ويتم تحريك رافعة الغيار (عصا صندوق السرعات) إلى السرعة المطلوبة.

القابض:

تنتج محركات الاحتراق الداخلي طاقة وعزم قليلين في اثناء دورانها بسرعة بطيئة، لذا فعليها أن تدور بسرعة عالية لتتمكن من تحريك السيارة ومع ذلك فان عملية إيصال الحركة بين محرك يدور بسرعة عالية ومجموعة نقل الحركة لسيارة مستقرة سوف يتسبب في حدوث صدمة كبيرة، ولتحقيق اتصال أو أنفصال هادئ بين المحرك ومجموعة نقل الحركة يتم الوصل تدريجيا مع إبطاء سرعة المحرك، حتى تتمكن السيارة من الحركة بصورة مريحة وهادئة، وهذه العملية تتم بوساطة قابض ميكانيكي في السيارات المزودة بمجموعة نقل يدوية لتغير السرعة.

اولاً: وظيفة القابض:

القابض من اهم الأجهزة في السيارة، لكونه يتحكم في نقل عزم الدوران من المحرك الى علبة المسننات،ومنها إلى العجلات في نهاية الأمر، ولذلك فهو يعتبر حلقة وصل بين مجموعة توليد القدرة ومجموعة نقل القدرة.

1. وظائف القابض:

يقوم القابض بالوظائف الاتية:

أ. يسمح بفصل ووصل علبة المسننات عن المحرك في اثناء توقف أو حركة السيارة، أو عند اختيار سرعة ما من علبة المسننات حسب ظروف القيادة.

ب. ينقل القدرة من المحرك إلى علبة المسننات عن طريق قوة الاحتكاك بين قرص الاحتكاك (صينية القابض) والحذافة.

ج. يضمن نقلاً تدريجياً للقدرة في ظروف القيادة البطيئة في أثناء أزمات السير، خاصة داخل المدن.

2. خلوصات القابض:

يعد القابض وصلة (قارنة) احتكاكية، ولذلك يجب أن يصمم بحيث يكون هناك منطقة احتكاكية كبيرة تساعد في النقل التدريجي للقدرة وكذلك في توزيع حرارة الاحتكاك مما يطيل عمر القابض، ولذلك فإن القابض له خلوصات يجب أن تكون مضبطة حسب تعليمات الشركة الصانعة ليستطيع القيام بوظائفه على الوجه الأكمل، وهذه الخلوصات موضحة في الشكل $(3-1)$ وهي:

أ. خلوص التهوية:

هو المسافة بين قرص الضغط وقرص الاحتكاك عند الفصل.

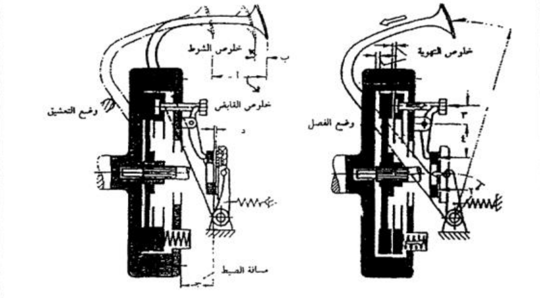
ب. خلوص الدعسة:

وهو المسافة بين الوضع الحر للدعسة ووضع الفصل النهائي ويعطي بالرمز (ا).

ج. خلوص الشوط (المسافة الحرة):

وهو المسافة التي تتحرك فيها الدعسة قبل بدء الفصل ورمزها (ب).

وهناك أيضاً مسافة الضبط (جـ) وخلوص المحمل (د) ويتم معايرتها عند تركيب صينية القابض الجديد.



(1، 2): انصاف اقطار دوران الدعسة

(3، 4): اذرع عزم الرافعة (المسافة بين كل من طرفي الرافعة ومحورها)

الشكل (3 – 1): خلوصات القابض الرئيسة.

3. أنواع القوابض:

تستعمل في المركبات الخفيفة الأنواع الآتية من القوابض:

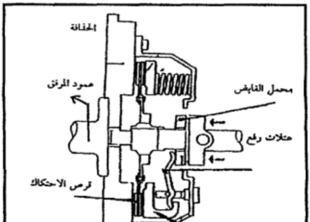
أ. القوابض الميكانيكية:

وتعمل بالقوة العضلية فقط، وأهم أنواعها:

1. قوابض احتكاكية مفردة القرص ذات نوابض (زنبركات) لولبية:

يوجد لهذه القوابض عدة نوابض لولبية ترجع قرص الضغط بعد الانتهاء من فصل القابض.

وسنبينها بالتفصيل لاحقاً. ويبين الشكل (3 – 2) هذا النوع من القوابض كمثال على القوابض الاحتكاكية والقابض هنا في وضع التعشيق، ويتكون هذا القابض من النوابض وقرص الضغط وعتلات دفع ومحمل القابض والقرص الاحتكاكي. وتبين الأسهم انتقال الضغط من ذراع الدعسة إلى المحامل والعتلات فيتحرك قرص الضغط.



الشكل (3 – 2): القابض الاحتكاكي مفرد القرص

2. قوابض احتكاكية ذات نوابض رقائقية (غشائية):

يعمل الغشاء في هذا القابض عمل النوابض في القابض السابق، ويماثله في بقية الاجزاء وطريقة العمل.

3. قوابض متعددة الأقراص:

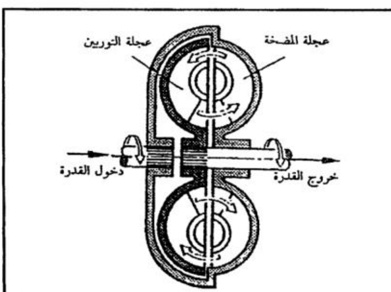
تتكون هذه القوابض من أقراص احتكاك متعددة (وسيتم تفصيلها لاحقاً).

ب. القوابض ذات التشغيل التلقائي:

وهي تعمل تلقائياً بوجود قوة مساعدة وأهم أنواعها:

1. القوابض الهيدرولية:

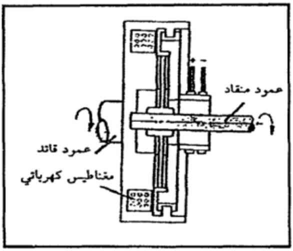
تتألف هذه القوابض من عجلة دافعة تحرك عجلة التوربين بوساطة الزيت الذي يأتي من المضخة. ويبين الشكل (3 – 3) هذا النوع من القوابض.



الشكل (3 – 3): القابض الهيدروليكي

2. القوابض الكهرومغناطيسية:

ويتكون هذا النوع من القوابض من مغناطيس كهربائي يعمل على فصل القابض عند إغلاق الدارة الكهربائي بدون استعمال دعسة القابض. ويبين الشكل (3– 4) هذا القابض. ويزود هذا النوع بلوحة تحكم وإنذار وجهاز توقيت السرعة، لأغراض التشغيل الذاتي.



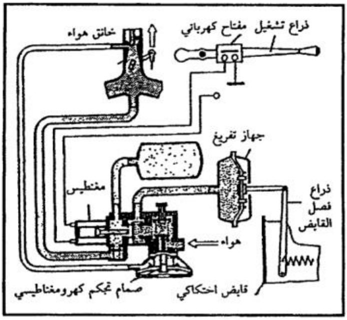
الشكل (3 – 4): القابض الكهرومغناطيسي

3. قابض نصف ذاتي:

يتم تشغيل هذا القابض بواسطة ذراع تحكم يعمل كمفتاح كهربائي، وبذلك تغلق دائرة المغناطيس، ويسمح بمرور هواء الخلخلة إذ يفتح صمام التحكم الطريق لمرور الهواء من مجاري السحب إلى أنبوبة السحب ثم إلى الجهة اليسرى لجهاز التفريغ كما يبين الشكل (3 – 5).

ويصبح الضغط في هذه الجهة أقل من الضغط الجوي في الجهة اليمنى لجهاز تفريغ الهواء فيتحرك الغشاء المرن الفاصل بين الجهتين بأتجاه اليسار ساحباً ذراع فصل القابض وغشاء القابض الاحتكاكي فيفصل القابض بطريقة سهلة.

وعند فصل ذراع التعشيق يقوم مفتاح التلامس بقطع الدارة الكهربائية ويعود صمام التحكم لإغلاق الطريق أمام هواء الخلخلة، وبذلك يتساوى الضغط على جهتي الغشاء المرن في جهاز التفريغ ويرجع القابض إلى الوضع الطبيعي أي وضع التعشيق حيث يتحرك ذراع فصل القابض عكس حركته الأولى.



الشكل (3 – 5): قابض نصف آتوماتيكي

4. القابض الاحتكاكي ومبدأ الاحتكاك:

درست فيما تقدم بعض أنواع القابض الاحتكاكي، وأنه يتم فيها نقل عزم التدوير بواسطة قوة الاحتكاك، التي تتولد من احتكاك سطحي قرص الاحتكاك بالأسطح الملامسة لها، وهي أسطح قرص الضغط والحذافة، حيث ينضغط قرص الاحتكاك (الصينية) بين الأسطح الأخرى بقوة هائلة بفعل النوابض، ويسمى الجزء المحتك من الصينية بالبطانة وهي من مادة الفيبر لكونها ذات معامل احتكاك مرتفع (من 0,3 – 0,5) فيبر – حديد. وبشكل عام يتوقف مقدرا الاحتكاك المتولد بين الأسطح المحتكة على ما يأتي:

- نوع المواد المحتكة حيث تزود قوة الاحتكاك بزيادة معامل احتكاك مادة قرص الاحتكاك مع الحديد.
- درجة حرارة البطانة: حيث تقل فاعلية الاحتكاك بارتفاع درجة الحرارة الأسطح المحتكة.
- جودة أسطح البطانة: حيث أن الأسطح الرطبة والتالفة لا يحدث بينها احتكاك يكفي لنقل عزوم كبيرة.

حساب القدرة المنقولة بوسطة القابض:

$$\text{POWER} = T * (2\pi N|60)$$

حيث أن:

عزم الدوران: T (N.M)

سرعة دوران المحرك (RPM): N

ويمكن حساب عزم الدوران (T) بحساب قوة الاحتكاك الناشئة بين سطحي قرص الاحتكاك وكلاً من سطح الحذافة وسطح قرص الضغط وأيضا حساب نصف القطر المتوسط لقرص الاحتكاك حسب المعادلة الآتية:

$$T = 2F_f * rm$$

حيث أن:

F_f: قوة الاحتكاك لأحد سطحي قرص الاحتكاك ومضروبة في (2) لحساب سطحي الاحتكاك للقرص (N).

Rm: نصف القطر المتوسط لقرص الاحتكاك (m).

rm= ro +ri\2

ro: نصف القطر الخارجي لقرص الاحتكاك (m).

ri: نصف القطر الداخلي لقرص الاحتكاك (m).

$$F_f = S*\mu$$

حيث ان:

S: قوة ضغط الزنبركات (N).

μ: معامل الاحتكاك وهو يترواح عادة ما بين (0.2 - 0.3)

ويمكن حساب قوة ضغط الزنبركات (S) بمعرفة الضغط المسموح به (p) (surface pressur) وايضاً المساحة السطحية للبطانة الاحتكاكية لوجه واحد.

$$S=A*P \quad (N)$$

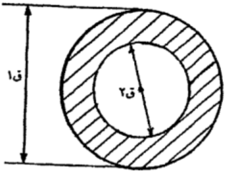
حيث أن :

A: مساحة سطح البطانة الاحتكاكية (M^2)

P: ضغط الزنبركات (N/M^2)

(قدرة المحرك، وزن المركبة، العزم المتولد في نظام نقل الحركة، كفاءة عناصر نقل الحركة، والمقاومات المختلفة التي تعترض المركبة).

يمكنك أن تحسب قوة الاحتكاك (ق ح) بمعرفة مساحة البطانة (س ح) وقوة الضغط (ض) العمودي على البطانة، فمن الشكل (3 – 6) يمكن حساب مساحة وجه للبطانة بمعرفة القطر الخارجي والداخلي للبطانة كما يأتي:



الشكل(3– 6) حساب مساحة بطانة الاحتكاك.

مساحة البطانة (س ح) $= \frac{\pi ق_1^2 - \pi ق_2^2}{4}$ حيث:

ق1 : القطر الخارجي للبطانة.

ق 2: القطر الداخلي للبطانة.

$\pi = \frac{22}{7}$ 3,14 تقريباً.

المثال (1 – 1):

احسب قوة الاحتكاك المتولدة في قابض مفرد القرص على وجه واحد من أوجه البطانة المبينة في الشكل (3– 6) علماً بأن $ق_1 = 20$سم، $ق_2 = 10$سم، ض = 20 نيوتن/سم^2.

(سطح الاحتكاك) س ح $= \frac{\pi ق_1^2}{4} - \frac{\pi ق_2^2}{4} = \frac{20\times20\times3,14}{4} - \frac{10\times10\times3,14}{4}$

$= 314 - 78,5 = 235,5$ سم^2

وحيث أن ق ح = س ح × ض (ضغط)

(قوة الاحتكاك) ق ح = 235,5 × 20 = 4710 نيوتن.

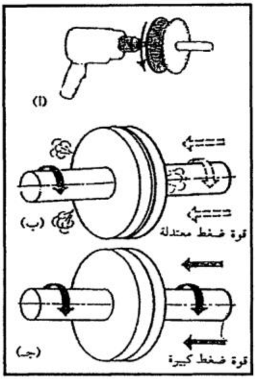
ثانياً: القابض الاحتكاكي مفرد القرص:

Single disc clutch :

يمكن تشبيه عمل القابض الاحتكاكي مفرد القرص بقرصي جلخ، أحدهما يركب على طرف مثقب كهربائي والآخر يدور بحرية حول محوره.

ويمثل القرص المثبت على المثقب عجلة الحذافة للمحرك، والتي تدور معه كدوران هذا القرص مع المثقب. ويمثل القرص الآخر قرص الاحتكاك المتصل بعمود ادخال الحركة الى علبة المسننات (Gear box)، ويمثل الشكل (3 – 7) حركة هذين القرصين بمراحل ثلاث هي:

- يتحرك قرص المثقب فقط، عندما يكون القرصان متباعدين كما في الشكل (3 – 7 (أ)). وهذا الوضع يمثل فصل القابض.
- يتحرك القرص الحر بشكل تدريجي وبسرعة أقل من سرعة قرص المثقب عن بداية التلامس (التلامس غير تام) كما في الشكل (3 – 7(ب)) ويحدث انزلاق.
- يدور القرصان كوحدة واحدة عند الضغط بقوة على القرص الحر حتى التلامس التام كما يبين الشكل (3 – 7(جـ)) وهذا الوضع يمثل وضع التعشيق التام للقابض (اعتاق الدعسة والمحرك يدور) في حين يمثل الوضع (ب) التعشيق في أثناء بداية حركة السيارة وإنطلاقها تدريجياً، لينتقل العزم من المحرك إلى علبة المسننات بشكل تدريجي لحماية المحرك، والتحكم في سرعة السيارة أي الحصول على تسارع منتظم. وسوف تدرس المزيد عن القابض مفرد القرص في البنود اللاحقة.



الشكل (3 – 7): تمثيل عمل القابض.

1. عجلة تنظيم السرعة: الحذافة (Flay Wheel):

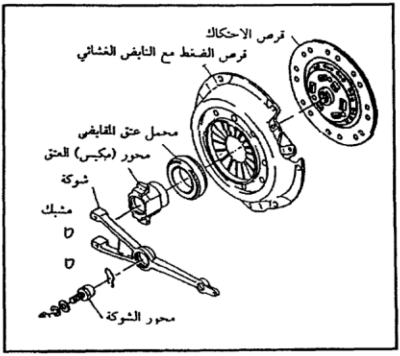
وهي قرص من الحديد محاط بقرص فولاذي مسنن، وتثبت الحذافة بعمود المرفق من جهته الخلفية أي الجهة البعيدة عن صدر المحرك، حيث يتصل المحرك مع سكبة علبة المسننات وتقوم الحذافة بالوظائف الآتية:

أ. تدوير وتشغيل المحرك عن طريق جهاز باديء الحركة (السلف) الذي يدير قرص الحذافة لبضع دورات حتى تبدأ دورة المحرك.

ب. تنظيم سرعات المحرك بعمل توازن في أثناء تغيير سرعة المحرك.

ج. نقل الحركة الدورانية إلى أجهزة نقل الحركة باعتبارها الجزء الأول للقابض.

ويبين الشكل (3– 8) الحذافة والأجزاء الأخرى لقابض احتكاكي مفرد القرص ذي نابض غشائي.



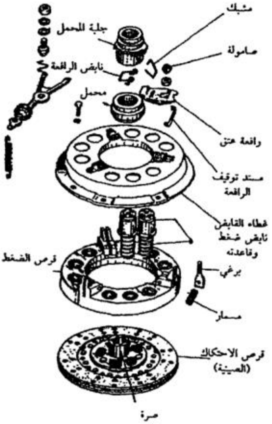
الشكل (3 – 8): قابض احتكاكي مفرد القرص ذو نابض غشائي وهو مفكك إلى أجزائه

2. غطاء القابض:

ويصنع من حديد الزهر، وتثبت عليه روافع فصل التعشيق كما يبين الشكل (3 – 9)، وقد تستبدل الروافع والنوابض بغشاء نابضي كالنوع المبين في الشكل (3 – 8) ويثبت الغطاء مع الحذافة ببراغي.

3. قرص الضغط:

يصنع من حديد الزهر الكربوني لزيادة صلادته، ويثبت على أحد وجهيه من جهة الغلاف نوابض لولبية الشكل تعمل على إرجاع ذراع الدعسة. ويبين الشكل (3– 9) هذا القرص مع نوابضه اللولبية.



الشكل (3 – 9): القابض ذو النوابض اللولبية

4. البطانة الاحتكاكية:

ويتكون من حلقة من الحديد المقسى. وتكون الحافة الخارجية للقرص ملبسة على وجهيها ببطانة الاحتكاك بوساطة مسامير البرشام أو بمادة لاصقة. يوجد في وسط الصينية صرة أسطوانية ذات ثقب مشقب (مخدد).

وهذ الشقوب تدير عمود القابض الذي ينقل الحركة إلى علبة المسننات. ويمكنك بملاحظة دقيقة للقرص أن تستنتج أنه يتألف من جزئين منفصلين:

أ. الجزء المركزي المخدد:

ويتكون من الصرة والنوابض اللولبية التي تمكنه من الحركة داخل الجزء الخارجي بشكل محدود.

وتعمل النوابض كمخمدات تمتص الصدمة الأولى عند الضغط على الصينية بوساطة قرص الضغط تنحصر بينه وبين وجه الحذافة.

ب. الجزء الخارجي:

وتلبس علية بطانة الاحتكاك التي تنقل عزم الدوران كما عرفت سابقاً ويبين الشكل (3 – 10) هذا القرص.

5. بيلية القابض:

يتكون المحمل من حلقة معدينة ملبسة بالجرافيت ليكون ضغطها على الروافع ليناً. وفي السيارات الحديثة تستعمل محامل كرياتية (Ball Bearing) أي ذات كريات، ويتم بواسطة المحمل الضغط على الروافع أو الغشاء النابضي والمحمل نفسه يتحرك بوساطة يد هلالية الشكل.

6. عمود القابض:

هو عمود مصمم يقوم بنقل الحركة من القابض الى صندوق التروس.

7. الدعسة:

تستخدم لتشغيل القابض بالقدم غالباً. وتتكون من ذراع الدعسة ومحور تدور حوله الذراع ونابض لإرجاع الذراع إلى وضعه الطبيعي.

ثالثاً: طريقة تشغيل القابض:

نعني بتشغيل القابض فصل عمود القابض عن المحرك بتحرير قرص الاحتكاك كما سبق وعرفت من وظائف الأجزاء، ثم يعود هذا العمود إلى دورانة عندما يعود قرص الاحتكاك إلى وضع الانضغاط والحركة. ويتم تشغيل القابض بطريقتين إما ميكانيكياً أو هيدروليكياً.

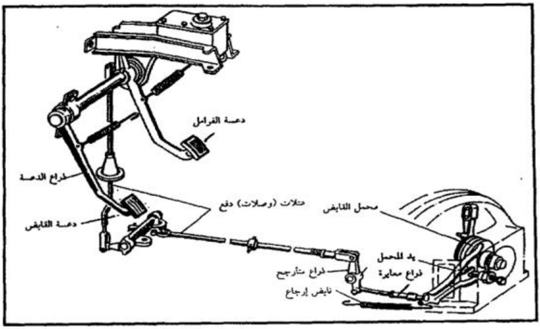
وسيتم شرح هاتين الطريقتين فيما يأتي:

أولاً: التشغيل الميكانيكي للقابض:

يستعمل هذا النوع من التشغيل في المركبات الثقيلة وبعض المركبات الخفيفة والشكل (3 – 10) يبين آلية انتقال الحركة ميكانيكياً.

وتتم هذه الحركة كما يأتي:

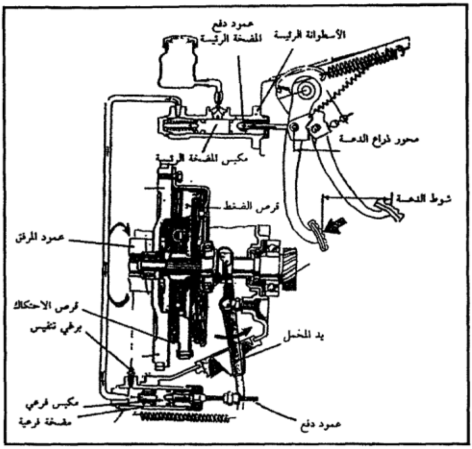
عند الضغط على دعسة القابض يدور ذراع الدعسة مع محوره فيحرك عتلة الدفع الأولى إلى الأسفل محدثة دوران محور متصل بالعتلة الثانية التي تتحرك بدورها للخلف، وتسحب معها ذراع التأرجح الذي يدفع بطرفه الآخر اليد التي تمسك المحمل فتدور اليد بعكس اتجاه عقارب الساعة دافعة المحمل للأمام، فيضغط على روافع الأرجحة التي تحرك قرص الضغط بعيداً عن قرص الاحتكاك، فيتم فصل صندوق التروس عن المحرك. وتجرى عملية تعشيق القابض عند تخفيف الضغط على دعسة القابض بشكل معاكس للفصل.



الشكل (3 – 10): التشغيل الميكانيكي للقابض

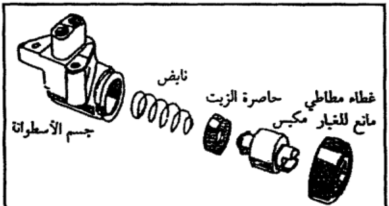
ثانياً: التشغيل الهيدروليكي للقابض:

يسهل التشغيل الهيدروليكي للقابض عمل القابض حيث يتم فصل القابض بليونة. ويستعمل هذا النوع في معظم المركبات الخفيفة. والشكل (3 – 11) يبين آلية التشغيل الهيدرولي بوساطة مضختين للقابض رئيسة وفرعية.



الشكل (3 – 11): التشغيل الهيدرولي للقابض

تشغيل القابض هيدروليكياً بعد توضيح عمل مضخة القابض الفرعية وهي مضخة ذات مكبس واحد تتكون من أسطونة وغطاء مطاطي مانع للغبار ومكبس وحافظة زيت ونابض لولبي ويبين الشكل (3 – 12) أجزاء هذه المضخة.



الشكل (3 – 12): مضخة القابض الفرعية

تتصل المضخة الرئيسة بالمضخة الفرعية عنى طريق أنبوب توصيل (لاحظ الشكل (3 – 12)) عند الضغط على دعسة القابض، يضغط الزيت في المضخة الرئيسة ويرسل إلى المضخة الفرعية عبر أنبوب التوصيل كما توضح الأسهم في الشكل (3 – 12).

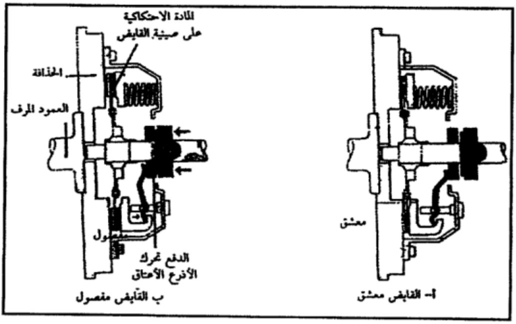
وتحت تأثير ضغط الزيت يتحرك مكبس المضخة الفرعية نحو اليمين، ويؤثر بحركته في عمود الدفع، الذي يحرك يد المحمل والمحمل. وبحركة المحمل وضغطه على الروافع والعتلات التي تتحرك حول محورها ساحبة قرص الضغط بعيداً عن قرص الاحتكاك فيتوقف عن الدوران. ويتم فصل القابض عن المحرك، وهو ما يسمى بشوط الفصل ، وفي شوط التعشيق (العتق) يعود قرص الاحتكاك إلى وضع لانضغاط بفعل النوابض ويتحرك المحمل ويد المحمل، وعمود دفع المضخة الفرعية بعكس حركتها الأولى، ويرجع المكبس لليسار دافعاً الزيت إلى المضخة الرئيسية.

محامل القابض:

يوجد نوعان من محامل القابض: هما:

1. المحمل الجرافيتي:

ويتكون من حلقة معدنية ملبسة بالجرافيت بحيث تعطي ليونة عند ضغطها على الروافع وهذا النوع استعمل للأنواع القديمة من القوابض وهي القوابض ذات اللولبية وروافع الاعتاق الثلاثة. ويتلف هذا النوع من المحامل بمجرد تآكل مادة الجرافيت على سطحها. ويبين الشكل (3– 13) هذا النوع من المحامل وطريقة عملها.



الشكل (3 – 13): القابض ذو النوابض اللولبية بمحامل جرافيتية.

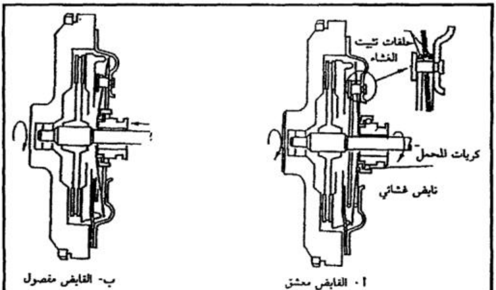
وتتم عملية فصل القابض بوساطة هذا النوع من المحامل كما يأتي:

يضغط محمل القابض على وسادة لينة مثبتة على الروافع الثلاثة في مركز قرص الضغط، فتتحرك هذه الروافع الثلاثة في مركز قرص الضغط، فتتحرك هذه الروافع الى اليسار، وتدور حول محورها باتجاه عقارب الساعة، وبذلك تدفع قرص الضغط المثبت معها من طرفها الآخر إلى اليمين مبعدة إياه عن قرص الاحتكاك، ويتوقف بسبب ذلك عن الحركة لتوقف احتكاكه بالحذافة، وبذلك يتم فصل القابض. وفي عملية التعشيق تنعكس الحركات حيث تعتق الدعسة وترجع المحامل إلى اليمين، ويرجع قرص الضغط ليضغط قرص الاحتكاك على وجه الحذافة بفعل قوة النوابض ويتم التعشيق.

2. المحمل الكرياتي (الدحروجي):

ويتكون هذا المحمل من كريات داخل المحمل كما يبين الشكل (3– 14). ويستعمل للقوابض ذات الغشاء النابضي، حيث لا يوجد روافع أو نوابض وإنما يقوم الغشاء بمهمتين هما:

- عند فصل القابض يقوم المحمل بالضغط على مركز الغشاء، فينقلب إلى اليسار، لأنه مثبت من طرفيه بالحلقات كما يبين الشكل (3– 14) ويتحرك قرص الضغط المثبت معه من طرفيه إلى اليمين بعيداً عن قرص الاحتكاك ويتوقف قرص الاحتكاك عن الدوران.
- عند تعشيق القابض يرجع المحمل الغشاء فينقلب إلى اليمين، ويقوم نتيجة ذلك بإرجاع قرص الضغط إلى اليسار ضاغطاً قرص الاحتكاك على الحذافة فيدور القرص، وبذلك يعمل الغشاء عملية التعشيق المنفرد.



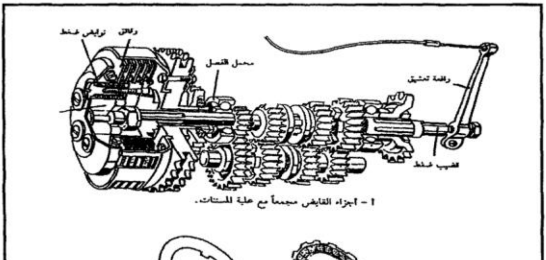
الشكل (3 – 14): القابض ذو الغشاء النابضي بمحامل كرياتية

القابض متعدد الأقراص:

يتميز هذا القابض بكونه ذا قطر صغير، ويشتمل على عدد كبير من الرقائق الاحتكاكية (الأقراص)، ويستعمل في الدرجات النارية.

1. تركيب القابض متعدد الأقراص:

يتكون القابض متعدد الأقراص من نفس أجزاء القابض مفرد القرص، مثل محامل الفصل وقرص الضغط ونوابض الضغط وقرص الأحتكاك. إلا أن الاختلاف الأكبر هو في تركيب قرص الاحتكاك. والشكل (3 – 15(أ)) يوضح تركيب هذا القابض. وتتكون الصينية (قرص الاحتكاك) من عدة رقائق مسننة من الدخل والخارج. وتتصل الرقائق الخارجية مع عمود المرفق وتتحرك معه. كوحده واحدة مع رافعة. ويأخذ عمود القابض حركته من مجموعة الرقائق الداخلية والرافعة بواسطة صرة مشبقة (مخددة) كما في الشكل (3 – 15(ب)).



أ – أجزاء القابض مجمعاً مع علبة المسننات.

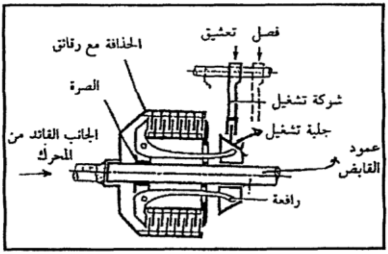
ب– بطانة الاحتكاك.

الشكل (3 – 15): أجزاء القابض متعدد الأقراص.

2. طريقة عمل القابض متعدد الاقراص:

يتم تشغيل القابض متعدد الأقراص بوساطة يد (شوكة تشغيل) تحرك مجموعة الرافعة والرقائق الداخلية، حتى يتم تلامس الرقائق الداخلية والخارجية، فتدور الرقائق الداخلية بسبب الاحتكاك. وتدير عمود القابض. ويبين الشكل (3 – 16) القابض متعدد الأقراص في وضع التعشيق ويلاحظ أن التعشيق تم بتحريك اليد (الشوكة) إلى اليسار. وعند الفصل يتم تحريك اليد (الشوكة) إلى اليمين. فتفصل الرقائق الخارجية عن الداخلية وبذلك يتوقف عمود القابض عن الدوران.

وتلاحظ أن مبدأ العمل في هذا النوع هو نفس مبدأ عمل القابض مفرد القرص، وهو نقل العزم عن طريق الاحتكاك. والفرق أن بعض هذه القوابض تستعمل مغمورة بالزيت لتخفيف الاحتكاك.



الشكل (3 – 16): عمل القابض متعدد الأقراص

خامساً: اعطال القابض وأسبابها وطرق علاجها:

يعمل التآكل التدريجي لبطانة الاحتكاك على تقريب قرص الضغط من الحذافة، وينتج عن ذلك تحرك روافع الفصل إلى الخلف، وهذه بدورها تدفع

المحمل والأذرع المؤدية إلى الدعسة مسببة ارتفاع الدعسة وتصبح غير مريحة للسائق، عند ذلك يتم معايرة الدعسة، أو تركب بطائن جديدة. إن حركة الروافع الى الخلف تؤدي إلى تلامسها مع المحمل باستمرار مما يؤدي إلى اضغاطها في وضع السير، وينتج عن ذلك انفصال جزئي للحركة وضعف نقل القدرة، ولذلك يجب باستمرار ضبط المسافة الحرة(خلوص الشوط). وتتم هذه المعايرة بواسطة صامولة الضبط.

من أهم المقاومات الخارجية التي تعترض المركبة في أثناء المسير:

المقاومات التي تعترض المركبة:

تتولد في المركبة قوة محركة (BHP=IHP-FHP)

ويجب أن تكون هذه القدرة اكبر من جيع المقاومات التي تعترض المركبة حتى يتسنى لها السير على الطريق وتؤخذ بعين الاعتبار عوامل مختلفة منها.

1. مقاومة الهواء Air resistance:

تعتمد هذه المقاومة على عدة عوامل:

أ. وزن المركبة w (kg).

ب. سرعة المركبة الخطية v (mil\hr)، (km\hr)

ج. مساحة مقطع المركبة $A(m^2)$

يصرف جزء من هذه القدرة (قدرة المحرك) لتتغلب على مقاومة الهواء.

$$Ra \, \alpha \, A \, V^2$$

$$Ra = k . A . V^2$$

$$= 0.0473 * Ca * A * V^2$$

حيث أن:

K: معامل يتعلق بشكل المركبة.

Ca: معامل مقاومة الهواء =0.8

ويحسب مساحة مقطع المركبة بالمعادلة الاتية:

$$A=0.8\ b.h$$

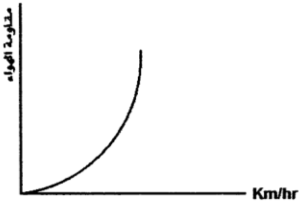
حيث ان:

b: عرض السيارة {m}

h:ارتفاء السيارة {m}

والمنحنى المبين بالشكل (3 – 17)

يمثل العلاقة بين مقاومة الهواء وسرعة السيارة.



بالشكل (3 – 17)

2. مقاومة التدحرج {kg} (Rr) (rolling resistance):

يصرف جزء من قدرة المحرك للتغلب على مقاومة التدحرج

عند سرعة 80كم/ ساعة تعتبر مقاومة الهواء مساوية لمقاومة التدحرج وذلك

في المركبات الصغيرة $V = 80\ kg\backslash hr \rightarrow Ra = Rr$

وفي الشحنات $V = 80\ kg\backslash hr \rightarrow Ra = 1.5Rr$

تعتمد مقاومة التدحرج على العوامل الآتية:

1. وزن المركبة W.
2. نوع الإطار.
3. نوع الطريق.
4. معامل الاحتكاك بين الإطار والطريق.
5. صلاحية محاور الدوران.

تكون مقاومة التدحرج اكبر ما يمكن عند بدء حركة المركبة، وتنخفض مع ازدياد السرعة الخطية وثبات باقي المتغيرات.

تقدر مقاومة التدحرج من (0,4 – 0,5) من وزن المركبة.

لذلك يترك معامل أمان عند حساب قدرة المركبة على اعتبار أن جميع المقاومات السابقة هي قيم متغيرة وتقريبية.

$$Rr = \mu\ r * w$$

حيث أن :

W : وزن المركبة (N)

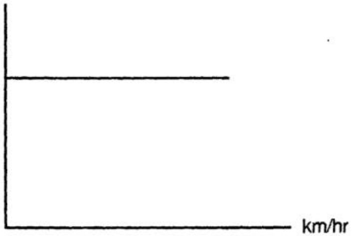
μ:معامل احتكاك الطريق الاسفلتية.

اي ان مقاومة التدحرج (Rr) تساوي :

$$Rr = (2|100)w$$

تزداد مقاومة التدحرج عند ازديد السرعة الخطية عن 100 كم/الساعة

ويبين الشكل (3 – 18) منحنى مقاومة التدحرج مع السرعة.



الشكل (3 – 18)

3. مقاومة النحدر {Rs} (slope resistance):

أثناء صعود المركبة في منحدر فان القدرة المطلوبة لرفع السيارة للإمام تقدر {(1\10w) 0.1} وفي النزول تضاف هذه القيمة الى القدرة المتولدة كونها قدرة مكتسبة من التسارع.

وتقدر مقاومة المنحدر حسب طبيعة الميل (الانحدار) بين(0,08،05,0، 0,25) من وزن المركبة وهذه النسبة تتغير تبعاً لتغير زاوية الميل.

$$Rs = G*Slope\ ratio$$

$$=G*Tan\ a$$

$$=G*h/l$$

$$(G=W)$$

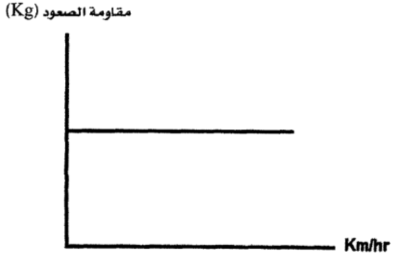
وعادة تعطي نسبة الميل لإيجاد مقاومة المنحدر (الصعود)

مجموع المقاومات الكلية:

$$R_{tottal} = Ra+Rr+Rs$$

$$=AKV^2+0.02W+W.slope_{vatio}\ kg$$

ويبين الشكل (3 – 19) منحنى مقاومة الصعود (المنحدر).



الشكل(1 – 19)

ملاحظة:

يمكن اعتبار مقاومة المنحدر Rs صفر عندما تكون الطريق مستوية.

3. القدرة المبذولة في مقاومة الحركة (قدرة السير) Driving power:

$$Driving\ power = Rt*v/M_{total}$$

Rt: مجموع المقاومة الكلية.

V: سرعة المركبةكم/ساعة.

M: الكفاءة الكلية للمركبة.

مثال:

W=28 KN	الوزن
Mr=0.02	معامل احتكاك التدحرج
V =30 Kg/ hr	السرعة
Ca =0.8	معامل مقاومة الهواء
= ٪80	الكفاءة الكلية
B=2.45m	عرض الشاحنة
h=2.m	ارتفاع الشاحنة

احسب:

1. مقاومة التدحرج:
2. مقاومة الهواء.
3. قدرة السير لشاحنة.

(1): مقاومة التدحرج Rolling Resistance:

Rr = Mr*w

Rr =0.0*w

$=28000*0.02$

$=560\{N\}$

(2): مقاومة الهواء Air Resistance:

$Ra = 0.0473*Ca*A*V^2$

$A = 0.8*b*h$

$=0.8*2.45*2.7$

$=5.292\{m^2\}$

$Ra = 0.0473*0.8*5.292*(30*1000 , 3600)^2$

$=13.9\ (N)$

(3): قدرة الشاحنة على المسير Driviing power:

$\text{Driviing power} = Rt*V/\mu t$

$Rt = Rr+Ra+Rs$

$Rt = 560+13.90+0$

$=573.9(N)$

Rs=0 لأن الطريق مستوي

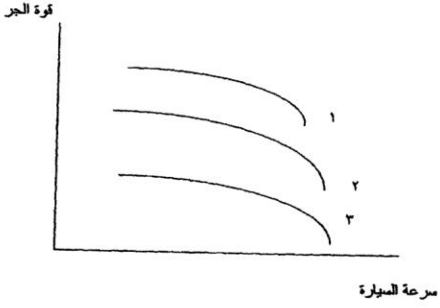
$\text{Driving power} = 57309*30*1000*100/(80*3600)$

$=5978\ W$

منحنيات قوة الجر بالنسبة للسرعة:

1. يمثل المنحنى رقم (1) العلاقة بين قوة الجر للسيارة وسرعتها بالنسبة للسرعات البطيئة.
2. يمثل المنحنى رقم (2) العلاقة بين قوة الجر للسيارة وسرعتها بالنسبة للسرعات المتوسطة.
3. يمثل المنحنى رقم (3) العلاقة بين قوة الجر للسيارة وسرعتها بالنسبة للسرعات العالية.

وذلك حسب ما هو مبين بالشكل (3 – 20)



الشكل (3 – 20)

اسئلة الوحدة الثالثة

سؤال (1): ما هي وظيفة القابض الرئيسية؟

سؤال (2): أذكر انواع القوابض بشكل عام؟

سؤال (3): احسب قوة الاحتكاك المتولدة في قابض مفرد القرص على وجه واحد من وجه بطانة الاحتكاك لصينية القابض علماً أن:

أ. قطر بطانة الاحتكاك لصينية القابض الخارجي. 25Cm

ب. قطر بطانة الاحتكاك لصينية القابض الداخلي . 15Cm

ج. الضغط المتولد من القابض على الصينية. 20N/Cm2

سؤال (4): ضع دائرة حول الجوب الصحيح:

1. اذا دخل هواء الى نظام التشغيل الهيدروليكي للقابض لذلك لابد من:

أ. معاير خلوص التهوية

ب. معاير خلوص الشوط

ج. طرد الهواء من النظام

د. زيادة كمية الزيت

2. خلوص التهوية للقابض هو المسافة بين:

أ. قرص الضغط وقرض الاضغاط

ب. قرص الضغط والحذافة

ج. الوضع الحر للدعسة

د. حركة الدعسة قبل الفصل

3. يعمل القابض على نقل الحركة من:

أ. صندوقالتروس والمحور الخلفي

ب. المحور الخلفي والعجلات

ج. المحرك وصندوق التروس

د. صندوق التروس وعمود الاداره

4. تعتمد مقاومة الهواء للمركبة على:

أ. وزن المركبة
ب. سرعة المركبة
ج. مسافة مقطع المركبة
د. كل ما ذكر صحيح

5. يعتبر مقاومة المنحدر RS صفراً عند ما تكون:

أ. السيارة تسير في منحدر
ب. السيارة تسير صعوداً
ج. السيارة تسير بطريقة مستوية
د. كل ما ذكر صحيح

سؤال (5): بين بالرسم المقاومات التي تتعرض لهل المركبة اثناء السير؟

الوحدة الرابعة

صندوق السرعات العادي

Gear box

الوحدة الرابعة

صندوق السرعات العادي

الغرض من صندوق السرعات في السيارة:

1. لنقل قدرة المحرك الى بقية أجهزة نقل الحركة الأخرى ومنها الى العجلات الأمامية أو الخلفية وفق تصميم تلك السيارة.
2. يمكن بواسطته تحويل سرعة السيارة الى سرعات مختلفة وفقاً للحاجة.
3. يعمل على زيادة عزم المحرك أثناء السحب أو صعود المرتفعات.
4. يساعد على تحريك السيارة عند بدئها من السكون.
5. يمكن بواسطته الحصول على سرعة خلفية للسيارة.
6. يعمل كفاصل لحركة المحرك عند بقية أجهزة نقل الحركة وذلك عندما تكون مسنناته في وضع الحياد (Neutral).

انواع صناديق السرعة من حيث التعشيق:

1. صناديق ذات تروس تعشيق انزلاقية.
2. صناديق ذات تروس تعشيق دائم.
3. صناديق ذات تروس توافقي.
4. صناديق التروس الفلكية.

1. صناديق ذات تروس تعشيق انزلاقي:

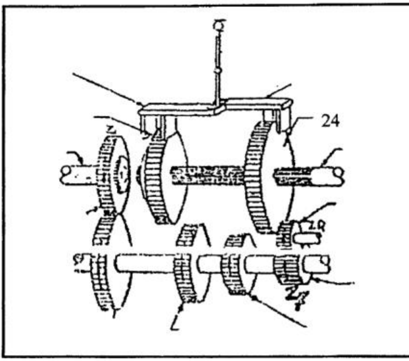
مكونات صندوق التروس المنزلقة:

1. عمود القابض. (input –shaft).
2. عمود النقل الوسيط (Counter shaft).
3. العمود الرئيس (output shaft).
4. أذرع ووصلات التعشيق والفصل.
5. تروس الرجوع الوسيط (Reverse).
6. الغلاف (علبة التروس).
7. المحامل وحلقات منع التسرب (Bearing and oil seals).
8. زيت تزييت تروس السرعات.

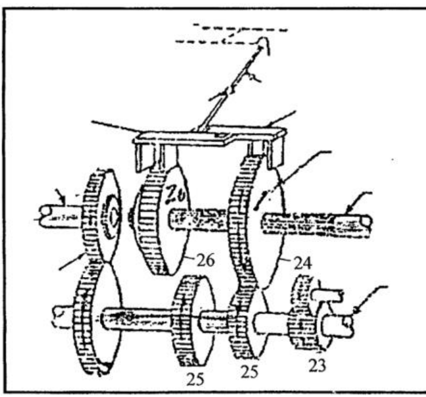
ويستعمل زيت صندوق التروس للأغراض الآتية:

1. يحفظ الترووس من التآكل نتيجة الاحتكاك.
2. يقلل من القدرة المفقودة بالاحتكاك بين أسنان التروس.
3. يحمي أجزاء صندوق التروس من الصدأ.
4. يعمل على تبريد تروس السرعات.

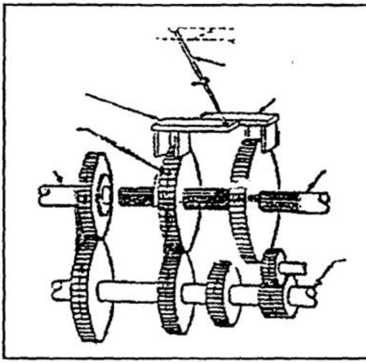
كل سرعة من السرعات (الغيارات) يوجد لها ترسين في العادة ترس على عمود النقل الوسيط وترس على العمود الرئيس، تنقل الحركة عبر صندوق التروس من العمود الداخل الى الصندوق الخارج منه من خلال هذه التروس المذكورة.



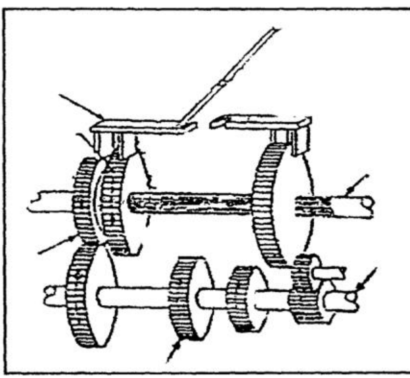
شكل (4– 1) وضع الحياد (Neutral)



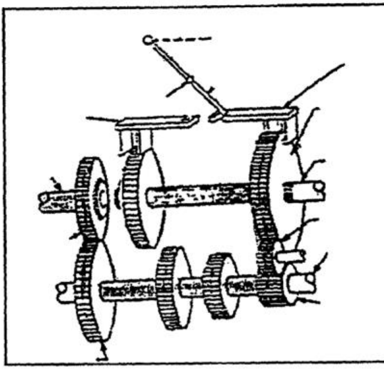
شكل (4– 2) غيار السرعة البطيئة (الأول)



شكل (4 – 3) غيار السرعة الثانية (الثاني)



الشكل (4 – 4) غيار السرعة الثالثة (ثالث)



الشكل (4 – 5) غيار الرجوع (Reverse)

صندوق تروس التعشيق التزامني(Synchronizer Gear Box):

يستعمل هذا النوع التروس الحلزونية ذات التعشيق الهادئ السلس بالإضافة الى أن التروس المركبة على العمود الرئيس تظل في مواقع ثابتة ولا يتم تحريكها محورياً بينما في صندوق السرعات الانزلاقي تتحرك التروس حركة محورية على العمود الرئيس.

نظرية عمله:

1. يدور ترس السرعة حراً على العمود الرئيس بمعنى أنه غير مثبت على العمود الرئيس كما في النوع الانزلاقي، الترس يرتكز في دورانه على محمل خاص يسمح له بالحركة الحرة فوق العمود الرئيس، أي بإمكان الترس الدوران بحرية مع عمود النقل الوسيط في حاله الحياد (النيوترل).

2. يحتوي الترس في العمود الرئيس على مسن خارجي (جانبي) وحافة مخروطية السطح لغرض تعشيقه مع المزامن ولا يوجد مثل هذا النظام في النوع الانزلاقي.
3. تروس السرعات على العمود الرئيس معشق بشكل دائم مع تروس السرعات التي على عمود النقل الوسيط وتدور معها ولكونها حرة على العمود الرئيس لا تنتقل حركتها إلى الرئيس إلا إذا تم الربط بينها وبين جهاز التعشيق التزامي في حين النوع الانزلاقي لا تكون معشقة بشكل دائم مع تروس العمود الوسيط.

جهاز التزامن (Synchronizer):

أ. يتكون جهاز التزامن من الأجزاء الآتية:

1. **حلقة التزامن الداخلية (hup):**

تحتوي على تسنين خارجي، أما التسنين الداخلي فهو لتثبيتها على العمود الرئيس، أما التسنين الخارجي فهو لتثبيتها مع الجلبة الجارجية للجهاز كما تحتوي الحلقة الداخلية أيضا على سطحين مخروطيين داخليين.

2. **جلبة المزامن الخارجية (synchronizer sleeve):**

وهي تحيط بالحلقة الداخلية وهي تحتوي على اسنان داخلة تعشق بشكل دائم مع أسنان الحلقة، ويمكن للجلبة الخارجية أن تتحرك حركة محورية انزلاقية محدودة فوق الحلقة الداخلية إما لليمين أو لليسار حسب المطلوب.

3. **الكرات المانعة (كرات التثبيت):**

تحتوي الحلقة الداخلية على ثقوب تحتوي على كرات مضغوطة إلى مجرى في السطح الداخلي للحلقة بواسطة زنبركات.

وهذه الكرات تعمل كوسيطة ربط لكي تمنع الحركة الانزلاقية فوق الحلقة إلا عند التعشيق فقط.

فعندما نريد تعشيق أحد الغيارات نحرك ذراع الغيار بالاتجاه المحدد فتتحرك شوكة الغيار والتي تتواجد بشكل دائم حول المجرى المفتوح في الحلقة الخارجية للمزامن.

ب. مبدأ عمل المزامن:

تدفع الشوكة المرتبطة بذراع غيار السرعة جلبة المزامن فتتحرك مجموعة المزامن (الجلبة الخارجية + الجلبة الداخلية) باتجاه الترس المطلوب فوق العمود الرئيس إلى أن تتحرك الحلقة الداخلية للمزامن مع الجلبة الخارجية بفعل كرات التثبيت إلى ان يدخل مخروط الترس في المخروط الداخلي لحلقة المزامن فيلتصق السطحان المخروطيان مما يجعل المزامن يدور مع دوران ترس السرعة وبنفس سرعته وهذا يتم بالطبع اثناء ضغط دعسة القابض، وهذا ما يسمى بعملية التزامن أي يجعل العمود الرئيس يدور بنفس سرعة ترس السرعة واستمرار الدفع لذراع الغيار تعمل الشوكة على دفع الجلبة الخارجية فتضغط كرات التثبيت داخل ثقوبها ضغط بفعل الزنبرك فتنزلق الجلبة الخارجية وتعشق مع المسنن لترس السرعة ويتم التعشيق بشكل سلس وهادي وبدون أي مشاكل.

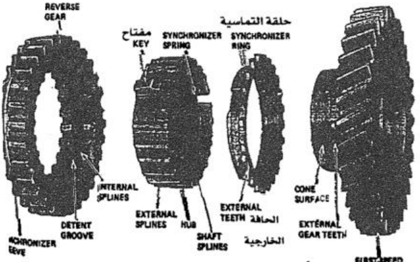
وعادة يعمل المزامن الواحد بين ترسي السرعة داخل صندوق التروس، يصمم صندوق التروس تصميماً آخر للمزامن حيث تستعمل وسيله لضمان التعشييق السلس الهادي وذلك باستعمال حلقة مسننة جانبية خاصة بالمزامن تمنع تعشيق جلبة المزامن مع مسنن ترس السرعة إلا بعد حصول حاله التزامن التام بين التروس والمزامن لضمان عدم احتكاك المسننات.

ويبين الشكل (4 – 16) أجزاء المجموعة التزامنية مفككة.

ويبين الشكل (4 – 6 ب) عمل المجموعة التزامنية في عملية التعشيق.

توضيح السرعات المختلفة لصندوق التروس حسب الرسومات الموضحة لكل من المزامن وصندوق التروس في الشكل (4 – 7).

Fig.43-12 Adisassembled Synchronizer.(Chevrolet Division of General Motors Corporation).



أ. أجزاء المجموعة التزامنية مفككة

شكل (4 – 16) ترس السرعة الأولى

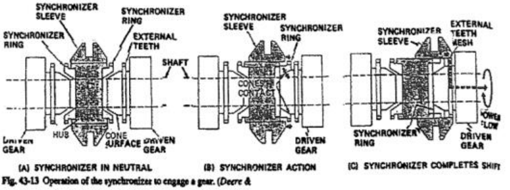
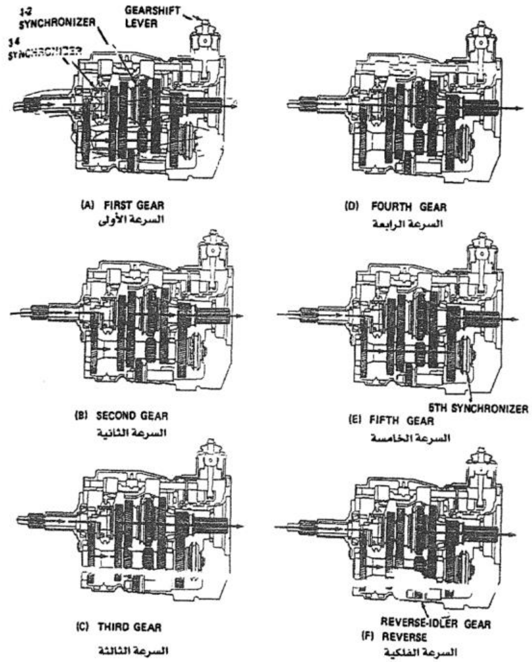


Fig. 43-13 Operation of the synchronizer to engage a gear. (*Deere &*

ب. عمل المجموعة التزامنية في عملية التعشيق

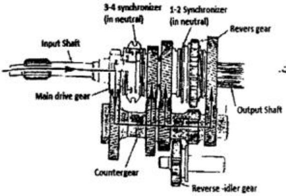
شكل (4 – 6 ب)



تتابع سريان القدرة في صندوق تروس دفع خلفي ذي خمس سرعات بالاضافة للسرعات العكسية

الشكل (4 – 7)

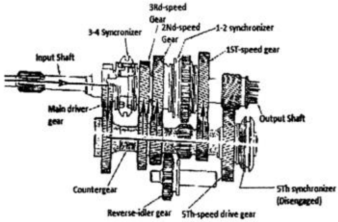
Assembled gear
train showing the additional parts needed to make (A) a four-speed manual trans-mission into a (B) five-speed manual transmission.(General motors Corporation).



الشكل (A) يمثل أجزاء صندوق تروس دفع خلفي ذي أربع سرعات.

(A) Four-speed Manual Transmission
(8 – 4) A

الشكل (B) يمثل أجزاء صندوق تروس دفع خلفي ذي خمس سرعات



(B) Five-speed manual Transmission
(8 – 4) B

الشكل (A) يمثل أجزاء صندوق تروس دفع خلفي ذي أربع سرعات
الشكل (B) يمثل أجزاء صندوق تروس دفع خلفي ذي خمس سرعات

حساب نسب النقل لصندوق التروس لتحويل عزم الدوران وتغير سرعة الدوران وتغير سرعة الدوران:

يتم تغير عزم دوران المحرك (T) وسرعة دورانة (N) لكي يتناسب مع جميع ظروق قيادة السيارة ويتم هذا التغيير كما ذكرنا سابقا باستخدام نسب مراحل النقل (نسب التروس) للغيارت المختلفة.

حيث ان:

GR:نسبة النقل عبر صندوق التروس.

GR1: نسبة نقل السرعة الأولى.

GR2: نسبة نقل السرعة الثانية.

GR3: نسبة نقل السرعة الثالثة.

GR4:نسبة نقل السرعة الرابعة.

GR.R:نسبة نقل الرجوع.

N: سرعة دوران المحرك.

NO: سرعة دوران العمود الرئيس، وتعتبر سرعة دوران مجموعة نقل الحركة.

$Z1, Z2$: عدد أسنان تروس المناولة وتتمثل في ترس القابض Z1، والترس المعشق من العمود الوسيط Z2.

$Z3...Z10$: تروس السرعات المختلفة.

TO: عزم الدوران عند مخرج صندوق التروس.

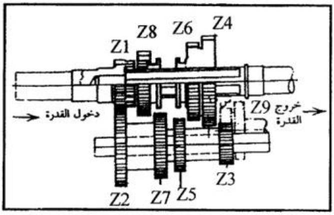
T: عزم دوران المحرك.

الشكل (4 – 9) يمثل تروس السرعات في صندوق تروس له 4 سرعات امامية بالإضافة لسرع الرجوع موزعة كما يلي:

Z3-Z4: تروس السرعة الاولى.

Z5-Z6: تروس السرعة الثانية.

Z7-Z8: تروس السرعة الثالثة.



شكل (4– 9)

أما السرعة الرابعة فهي سرعة مباشرة تتم بين العمود الرئيس وترس القابض Z1 مباشرة.

GR=N/NO=TO/T

نسبة النقل في الصندوق السرعات = سرعة دوران المحرك / سرعة دوران العمود الرئيس.

= عزم الدوران الخارج من الصندوق (العمود الرئيس)/عزم الدوران المحرك.

GR1=(Z2/Z1)*(Z4/Z3)

= حاصل ضرب التروس المنقادة/ حاصل الضرب التروس القائدة

GR2=Z2/Z1*Z6/Z5

GR3=Z2/Z1*Z8/Z7

نقل مباشر GR4=1:1

G.R.R=Z2/Z1*Z10/Z9

مثال (1):

تسير سيارة على السرعة الثانية وكان المحرك يدور بسرعة (3200دورة/دقيقة) وعزم دورانه (نيوتن.متر120=T) فإذا كان عدد أسنان التروس الناقلة هي كما يأتي:

Z1: ترس العمود القابض 25 سن.

Z2: ترس السرعة العمود الوسيط المعشق مع ترس القابض (40)سن.

أما عدد أسنان تروس السرعة الثانية فهي:

Z6: ترس السرعة الثانية على العمود الرئيس (40)سن.

Z5: ترس السرعة الثانية على العمود الوسيط (25).

احسب ما يأتي:

1. نسبة النقل في غيار السرعة الثانية (GR2).
2. سرعة دوران العمود الرئيس عند نفس سرعة النقل (NO).
3. عزم الدوران عند مخرج صندوق التروس (TO).

1. $GR2=Z2*Z6/Z1*Z5=40/25*25=2.56:1$

2. $GR2=N/NO$

$2.56=3200/NO \rightarrow NO=3200/2.56=1250$ RPM

3. $GR=TO/T$

$2.056=TO/120 \rightarrow TO=120*2.056=307.2(N.M)$

مثال(2):

مركبة تسير على منحدر حيث كانت نسبة النقل في صندوق التروس هي (2.025:1) وكانت سرعة الدوران المنقولة من العمود الرئيس إلى مجموعة نقل الحركة هي (RPM 2100)

احسب: سرعة دوران المحرك.

$G.R=N/NO$, $2.025=N2100 \rightarrow N=(4252$ RPM)

مثال(3):

يبلغ عزم الدوران عند مخرج صندوق تروس ذو أربعة سرعات القيم الآتية:

TO في السرعة الاولى =455.6(N.M)

TO في السرعة الثانية =235.2(N.M)

TO في السرعة الثالثة =145.6(N.M)

TO في السرعة الرابعة =100.8(N.M)

احسب ما يأتي:

1. نسبة النقل للسرعات المذكورة، اذا كان عزم دوران المحرك يساوي 112(N.M).

2. سرعة دوران العمود الرئيس خلال السرعات الاربعة، اذا كانت سرعة دوران المحرك عند العزم المذكور 2000(RPM).

1. G.R=TO/T

GR1=425.61/112

=3.8:1

GR2= 235.2/112

=2.1:1

GR3=145.6/112

=103:1

GR4=100/112

=0.9:1

.2 G.R=N/NO

NO=N/G.R

NO1=2000/3.8

=526.31 RPM

NO2=2000/2.1

=952.38 RPM

NO3=2000/1.3

=1538.46 RPM

NO4=200/0.9

=2222.22 RP

المجسات والمفاتيح التي تُركب على غلاف نظام نقل الحركة في الدفع الأمامي:

مجسمات ومفاتيح متعددة تركب على غلاف نظام الحركة في الدفع الأمامي وهذه المفاتيح والمجسات تسمح لأجهزة عديدة للعمل عن طريق حركة رافعة، الغيارات (عصاه الجير أو الوصلات) (Gear shift lever).

المجس أو المفتاح يتحكم في دوائر كهربائية أو يعطي وضعية صندوق السرعات أو معلومات عن سرعة المركبة ، ومن هذه المفاتيح والمجسات ما يأتي:

1. مفتاح التحكم في الشرارة بواسطة جهاز نقل الحركة:

(Transmission controlled spark switch(TCS))

نظام (TCS) هو نظام التحكم في الغازات العادمة يستخدم في سيارات عديدة التي يوجد فيها نظام تقديم الشرارة بواسطة الفاكيوم المركب على موزع الشرارة.

المفتاح يفتح ويمنع تقديم الشرارة بواسطة الفاكيوم عند جميع السرعات ما عدا السرعة الثالثة إذا كان صندوق التروس ثلاث سرعات.

أو الغيار الرابع إذا كان صندوق السرعات أربع سرعات في هذه السرعات المفتاح يغلق ويسمح بتقديم الشرارة بواسطة الفاكيوم.

وتقديم الشرارة بواسطة الفاكيوم في السرعات الأخرى يمكن أن يؤدي الى زيادة انبعاث الغازات العادمة.

2. مفتاح الضوء الخلفي (Back up - Light switch):

عند وضع مفتاح التشغيل على وضعية (ON) ووضع رافعة الغيار على وضعية (Reveres) الوصلة تغلق مفتاح الضوء الخلفي وتعمل على توصيل التيار الكهربائي للأضوية الخلفية.

3. قياس سرعة المركبة(سلك قياس السرعة)(Speedometer Drive):

في معظم المركبات سلك قياس السرعة الميكانيكي يدار بواسطة زوج من المسننات في أنظمة نقل الحركة (الدفع الخلفي) أو الدفع الأمامي.

يوضع مسنن قياس السرعة على مخرج محور نقل الحركة.

وتنتقل حركة مسنن السرعة بواسطة كيبل (سلك) للوحة القيادة (التابلو).

4. مجس سرعة المركبة (vehicle speed Sensor):

سيارات عديدة يوجد بها مجس سرعة المركبة الالكتروني.

مجس سرعة محور الدوران في صندوق التروس يرسل إشارة اهذه السرعة إلى اللوحة الالكترونية ولوحدة التحكم الالكتروني (ECM).

5. مفتاح السلامة الحيادي (Neutral-Safety Switch):

التحكم في دائرة نظام بدء الحركة يحتوي على مفتاح سلامة، أو مفتاح السلامة الحيادي في الأنظمة الحديثة يكون مركب على غلاف صندوق التروس، في بعض السيارات التي يكون فيها نظام صندوق السرعات اليدوي في الدفع الخلفي أو الأمامي، حيث لا يتم تشغيل المركبة إلا إذا كان وضع صندوق السرعات في الوضع الحيادي.

وهذا يغلق مفتاح السلامة ويكمل الدائرة الكهربائية لتشغيل مبدلة التيار أو المفتاح الكهرومغاطيسي.

أسئلة الوحدة الرابعة

سؤال (1): عدد انواع صناديق السرعة من حيث التعشيق؟

سؤال (2): اذكر الهدف من استعمال الزيت في صندوق التروس العادي؟

سؤال (3): ضع دائرة حول الجواب الصحيح؟

1. عند وضع السرعة المحايدة في صندوق التروس فإن العزم يكون:

أ. اكبر ما يمكن
ب. أقل ما يمكن
ج. السرعة عالية جداً
د. لا شي مما ذكر

2. عند وضع صندوق التروس على السرعة المباشرة فإنه يكون:

أ. السرعة اعلى ما يمكن
ب. العوم اقل ما يمكن
ج. أ+ ب
د. العزم اعلى ما يمكن

3. الهدف من الحلبة النحاسية في صندوق التروس هو:

أ. أعطاء تعشيق جيد
ب. تعشيق هادئ دون أزعاج
ج. التخلص من التعشيق
د. ب + ج

4. ترسان عدد اسنانها على التوالي 30، 60 سناً فإن نسبة التخفيض اذا كان الترس الاول فائداً هو :

أ. 1:2
ب. 2:1
ج. 1:3
د. 3:1

5. اذا كان عدد اسنان مجموعة التروس الأول هو $س_1 = 43$ ، $س_2 = 58$ ، $س_3 = 30$ ، $س_4 = 60$؛

فإن نسبة التخفيض تساوي:

أ. 4,75	ب. 3,75
ج. 7,35	د. 3,57

الوحدة الخامسة

صندوق التروس الفلكية

الوحدة الخامسة

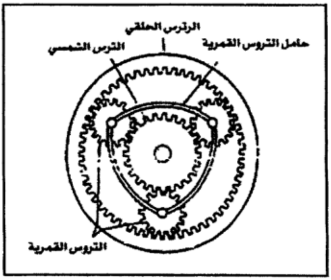
صندوق التروس الفلكية

تمتاز التروس الفلكية المستخدمة في صندوق السرعات الآلي بعدد من الامتيازات مقارنة بالتروس المستخدمة في صندوق السرعات العادي ومنها:

1. قوة المجموعة ومتانتها، لوجود عدد كبير من التروس تعشيقاً تعشيقها دائما.
2. المجموعة في حالة تعشيق دائم، فلا يحدث فيها انزلاق كما هو الحال في صندوق السرعات يحدث تخفيض في نسبة النقل.

ويمكن توضيح نظرية عمل المجموعة الفلكية الموضحة في الشكل (5– 1) على النحو التالي:

1. عندما يكون حامل مجموعة التروس القمرية هو المقاد اي ان عمود النقل الى صندوق السرعات ويحدث تخفيض في نسبة النقل.



الشكل (5 – 1)

2. عندما يثبت اي جزأين معا، يدران بالسرعة الدورانية نفسها وباتجاه واحد اي انهما قائدان، فان نقل الحركة في هذه الحالة يكون مباشراً.

3. عنـدما يكـون حامـل الـتروس القمريـة هـو القائـد، فهنـاك زيـادة في السـرعة الدورانية.
4. عندما يثبت حامل التروس القمرية تعمل هذه التروس بوضعها تروسا وسيطة فيدور محور الدوران بالاتجاه المعاكس لدوران المحور الداخل.
5. عندما لا يثبت اي من العناصر فان المجموعة تكون في وضع الحياد.

السرعة البطيئة Low Speed:

تتحقق السرعة البطيئة عندما يكون الترس الشمسي هو القائد والترس الحلقي ثابت.

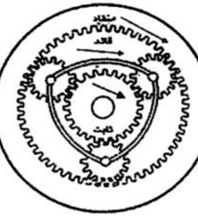
السرعة الوسيطة Intermediate Speed:

تسمى هذه السرعة السرعة الثانية ويكون الترس الحلقي هو القائد والشمسي ثابت، والحامل للتروس الفلكية هو المقاد.

ويدور الترس الحلقي باتجاه عقارب الساعة في حين تدور التروس القمرية باتجاه الدوران نفسه.

السرعة المباشرة Direct Speed:

في معظم صناديق السرعات الالية يتم الحصول على السرعة المباشرة (الثالثة) بتثبيت الترس الشمسي والترس الحلقي معا الى عمود نقل الحركة وذلك كما هو في الشكل (5 – 2).



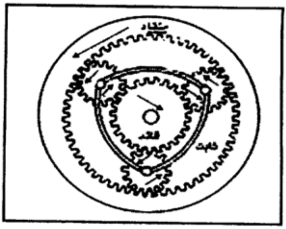
السرعة الثالثة المباشرة.

الشكل (5 – 2)

وهذا يعني دوران الترس الشمسي والحلقي بالسرعة نفسها في الاتجاه نفسه وفي هذه الحالة، فان حامل التروس القمرية لا يدور، اي ان مجموعة التروس الفلكية ستدور كقطعة واحده بسرعة عمود نقل الحركة نفسها.

السرعة الخلفية المنخفضة Reverse reduction Sbeed:

في صناديق السرعات جميعها يستعمل للحصول على السرعة العكسية (R) الترس الشمسي بوصفه ترسا قائدا او مدخلا للحركة الى المجموعة الفلكية، ويثبت الحامل للتروس القمرية، ويكون الترس الحلقي هو المتحرك كما هو مبين في الشكل (5 – 3).



الشكل (5 – 3)

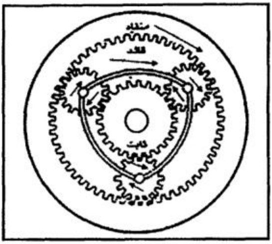
وعند تثبيت الحامل تعمل التروس القمرية بوضعها ترسا وسيطاً لهذا تعكس اتجاه الحركة الدورانية للترس الحلقي لان التروس القمرية تتحرك حركة دورانية حول محورها فقط.

وهذا يؤدي الى دوران الترس الحلقي بعكس اتجاه دوران الترس الشمسي وفي هذه الحالة تخفض السرعة، ويمكن حسابها كما يأتي:

$$1,. < \frac{\text{عدد اسنان الترس الحلقي}}{\text{عدد اسنان الترس الشمسي}} = \text{نسبة تخفيض}$$

زيادة السرعة First Overdrive:

هو دوران المحور الخارجي من المجموعة بسرعة أعلى من السرعة الداخلة الى المجموعة (دوران المنقاد بسرعة أعلى من القائد) يوضح الشكل (5 – 4).



الشكل (5 – 4)

مبدأ عمل السرعة الزائده في نظام نقل حركة عادي، حيث يعمل حامل التروس القمرية بوصفه ترسا مقادا ويؤدي الى دوران الترس الحلقي بسرعة اكبر من سرعة دوران الحامل وتكون نسبة النقل اقل من واحد، مثلا اذا كانت نسبة النقل (0,7:1) فهذا يعني ان (0,7) من دورة القائد ستعطي المنقاد دورة واحدة.

السرعة الزائدة الخلفية Reverse Overdrive Speed:

في السرعة الخلفية الزائدة كما في السرعة الخلفية المنخفضة، حامل التروس القمرية ثابت والترس الحلقي ترس قائد، وهذا يعني أن الترس الشمسي سيدور أسرع من الترس الحلقي بنسبة عدد أسنان الترس الشمسي مقسوماً على عدد اسنان الترس الحلقي وتكون هذه أقل من (1).

$$\text{نسبة زيادة السرعة الخلفية} = \frac{\text{عدد اسنان الترس الشمسي}}{\text{عدد اسنان الترس الحلقي}} < 1.0$$

نسبة السرعة Speed Ratio:

ما عدا حالة السرعة الخلفية نسبة السرعة لمجموعة المسننات الفلكية يجب ان تحسب بطريقة مختلفة عن مجموعة المسننات العادية، الخطوة الاولى في حساب نسبة السرعة اضافة عدد الاسنان القائد الى عدد اسنان الثابت، وهذا المجموع يقسم على اسنان الترس القائد وهذه النسبة يمكن كتابتها كالاتي فتكون النتيجة اكبر من واحد:

$$\text{نسبة السرعة} = \frac{\text{عدد اسنان الترس القائدة} + \text{عدد اسنان الترس الثابت}}{\text{عدد اسنان المسنن القائد}} > 1,.$$

حساب نسبة السرعة للسرعة المنخفضة:

اذا كان عدد أسنان الترس الشمسي (A)(22)سناً والترس الحلقي (B)(70) سناً، اذا كان الترس الشمسي قائدا (حالة السرعة المنخفضة او الغيار الاول) تكون نسبة سرعة الترس الحامل للترس الشمسي هي:

$$\frac{A+B}{A} \text{ OR } \frac{22+70}{22} = 4.18/1 = 4.18:1$$

حساب نسبة السرعة للسرعة المتوسطة:

في هذه الحالة المسنن القائد هو الترس الحلقي فتكون السرعة المتوسطة (السرعة الثانية).

$$\frac{A+B}{A} = \frac{70+22}{70}$$

$$= 1.31:1$$

أسئلة الوحدة الخامسة

سؤال (1): اذكر ميزات التروس الفلكية في صندوق التروس الفلكي؟

سؤال(2): ضع دائرة حول الجواب الصحيح:

1. عنما يثبت اي جزئين معاً ويداران بالسرعة الدورانية نفسها وباتجاه واحد أي انهما فائدان نقل الحركة:

أ. مباشر
ب. بسرعة بطيئة
ج. سرعة بطيئة
د. حيادية

2. تزداد السرعة الدورانية عندما يكون فائد:

أ. التروس الشمسية
ب. الترس الحلقي
ج. التروس الشمسية
د. التروس القمرية

3. السرعة المباشرة يكون وضع المسننات منها:

أ. حلق فائد و حامل التروس مقاد
ب. حلقي مقاد و حامل التروس فائد
ج. حامل التروس والحلق الفائد
د. الشمسي ثابت وحامل التروس فائد والحلق مقاد

4. عند نسبة تخفيض اقل من (1) فإن نسبة التخفيض هي:

أ. $\frac{\text{عدد اسنان الترس القائد}}{\text{عدد اسنان الترس الشمسي}}$

ب. $\frac{\text{عدد اسنان الترس الحلقي}}{\text{عدد اسنان الترس الشمسي}}$

ج. $\frac{\text{عدد اسنان الترس الشمسي}}{\text{عدد اسنان الترس الحلقي}}$

د. جميع ما ذكر

الوحدة السادسة

صندوق السرعات الآلي

الوحدة السادسة

صندوق السرعات الآلي

يستخدم في نقل الحركة الدورانية بين المحرك ومحاور المركبة الدورانية، ويتحكم في نقل عزوم المحرك عند السرعات المختلفة والتنسيق بين سرعة المركبة الخطية وعزمها، ويمتاز هذا النظام بما يأتي:

1. سهولة العمل ونقل الحركة.
2. سهولة التحكم في نقل العزوم والحركة.

ويختلف صندوق السرعات الآلي اختلافاً كبيراً عن نظام نقل الحركة اليدوي، إذ يكون فيه القابض وصندوق السرعات وحده متكاملة مغلقة تعمل بتأثير الزيت الهيدروليكي.

طريقة نقل الحركة:

تنتقل الحركة في هذا النظام من محرك الإحتراق الداخلي الى محول العزوم في صندوق السرعات، بعزم مساو لعزم عمود المرفق دورانيا وفقاً للسرعة المختارة في صندوق السرعات الى عمود الادارة ، ثم الى المحور الخلفي في المركبة.

ويعمل محور العزم الذي يعمل بالزيت الهيدروليكي وسيطاً لنقل العزوم لنقل الحركة الدورانية من عمود المرفق الى صندوق السرعات، بعزم اكبر او مساو لعزم المحرك، وقد تصل نسبة النقل الى (2:1) او اكثر، وهذا يساعد على سهولة نقل الحركة ونعومة النقل ، وقد تتغير نسبة النقل وفقاً لتغير السرعة الدورانية لمحرك الاحتراق الداخلي ، والتي تتأثر بحالة المركبة من ناحية الحمل.

أجزاء محول العزم الرئيسة:

1. المضخة الهيدروليكية.
2. العضو الثابت.
3. العنفة (التوربين).

أجزاء الوصلة الهيدروليكية:

1. العضو الناقل للحركة (المضخة).
2. العضو المدار.
3. الوسيط الهيدروليكي
4. عمود نقل الحركة.

نظرية عمل الوصلة الهيدروليكية:

يمكن استخدام مروحتين لتوضيح نظرية عمل الوصلة الهيدروليكية، فإذا وضعت احدى المروحتين في مواجهه الاخرى وعلى مسافة قريبة منها، واديرت احدى المروحتين بواسطة التيار الكهربائي فإن المروحة الاخرى ستدور بتأثير تيار الهواء ويكون الهواء في هذه الحالة وسيط نقل الحركة الدورانية، وعمل وصلة هيدروليكية يستخدم الزيت الهيدروليكي وسيطاً لنقل الحركة ويكون كل من نصفي الوصلة دائري الشكل ومفرغاً ويحتوي على مجموعة من الزعانف المثبتة تثبيتاً مائلاً على السطح الداخلي ويسمى كل جزء منها عضو الوصلة السائلة، ويوضع عضو الوصلة داخل غلاف خارجي محكم الاغلاق ويكون مثبتاً الى حذافة المحرك.

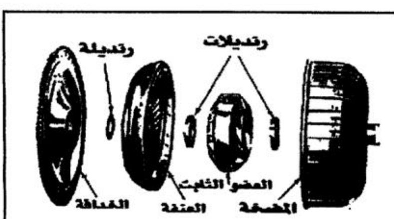
محول العزم Torque convertor:

يعد محول العزم نوعاً خاصاً من الوصلات الهيدروليكية، ويمتاز بوجود زعانف منحنية، وليست مسطحة كما في الوصلة الهيدروليكية.

وعند استخدام الزعانف المنحنية فإن السائل الهيدروليكي لن يتأثر بقوى عكسية تخفض اندفاعه باتجاه العنفة لذلك فإن الحلقة التوجيهية تُبقي السائل الهيدروليكي في اطراف المضخة الخارجية وكذلك في اطراف التوربين، وهذا يعني الحصول على كفاءة عالية من السائل.

نظرية عمل محول العزم:

يجب ان تستمر المضخة بالعمل بكفائة عالية للتغلب على المقاومات العكسية للمحافظة على سرعة اندفاع الوسيط الهيدروليكي باتجاه العنفة فقد صمم عنصر آخر للتغلب على المقاومات العكسية، وهو العضو الثابت ويسمى احياناً العضو الثالث، ويثبت هذا العضو بين المضخة والتوربين كما هو موضح بالشكل $(6-1)$ وهذا العضو يحتوي على زعانف محدبة تساعد على توجيه حركة السائل المرتد من العنفه باتجاه المضخة توجيهاً صحيحاً، يساعد على زيادة السرعة الدورانية للمضخة ويضاعف العزم المتولد في المحول.



الشكل $(6-1)$

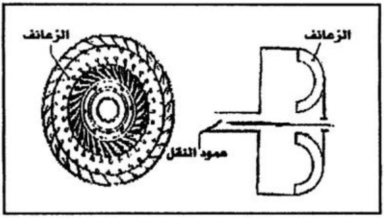
ويمكن توضيح ذلك كما يأتي:

عندما يتحرك السائل الهيدروليكي بعيداً عن زعانف التوربين بفعل الحركة الدورانية من المضخة وبالتالي التوربين فإن السائل الهيدروليكي يؤثرمباشرة في زعانف العضو الثابت التي تعيد توجيه هذا السائل الى زعانف المضخة فتزيد السرعة الدورانية للمضخة وبما ان المضخة في حالة دوران مستمر، ويستمر السائل في التدفق من الزعنفة باتجاه المضخة فإن زيادة قوة التأثير الهيدروليكي للسائل على زعانف المضخة سترفع سرعتها وهذا يعني مضاعفة العزم الناتج من محول العزم.

أجزاء محول العزم:

1. المضخة:

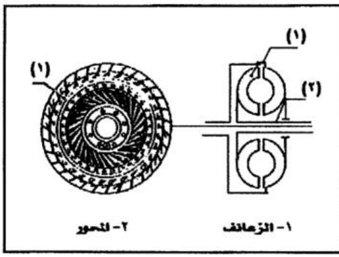
تتصل بعمود المرفق بوساطة الحذافة وهي من نوع المضخات المركزية فعندما يدور عمود المرفق تدور الحذافة، فتدور المضخة التي تتكون من مجموعة من الزعانف المثبتة على السطح الداخلي فتدفع السائل باتجاه زعانف التوربين وتزداد القوة المكتسبة في السائل بازدياد السرعة الدورانية للمضخة. يبين الشكل $(6-2)$. مقطعاً للمضخة المستخدمة في محول العزم.



الشكل $(6-2)$

2. التوربين (العنفة):

تدير العنفة المحور الموصول الى صندوق السرعات وتدور بفعل الضغط الهيدروليكي الناتج من السائل الهيدروليكي الذي يتحرك عند حركة المضخة التي تدفع السائل باتجاه زعانف التوربين، وعند ازدياد قوة الطرد المركزي للسائل الهيدروليكي تزداد السرعة الدورانية للعنفة. يوضح الشكل (6 – 3). مقطع التوربين المستخدم في محول العزم.



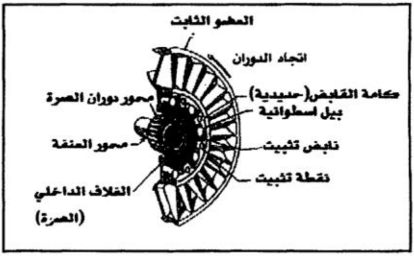
الشكل (6 – 3)

3. العضو الثابت:

يثبت العضو الثابت بين المضخة والعنفة، ويدور في اتجاه واحد فقط لوجود القابض ذي الاتجاه الواحد ويضاعف العضو الثابت العزم الخارج من محول العزم وذلك عندما تدور المضخة بسرعة دورانية اكبر من السرعة الدورانية للعنفة ولهذا التغير في السرعة والزيادة في العزم تأثير مشابه للغيار البطيء في صندوق السرعات، وفي الحالة التي تزداد فيها السرعة الدورانية للمحرك فإن العنفة قد تدور مع المضخة بوصفها قطعة واحدة وذلك بفعل زيادة الضغط الهيدروليكي المؤثر في الوسيط الهيدروليكي وعند حدوث مثل هذه الحالة فإن السائل الهيدروليكي المندفع بعيداً عن زعانف العنفة يتحرك بالسرعة نفسها التي تدور بها المضخة.

4. القابض ذو الاتجاه الواحد:

هو اداة ميكانيكية تسمح للعضو الثابت بالدوران الحر باتجاه واحد فقط، ويثبت بالعضو الثابت ويمنعه من الدوران في الاتجاه المعاكس ويبين الشكل(6 – 4) موضع القابض ذي الاتجاه الواحد في مجموعة محول العزم والأجزاء المختلفة.



الشكل (6 – 4)

5. عمود نقل الحركة:

يعد هذا المحور مخرج الحركة من محول العزم ومدخل الحركة الى الصندوق السرعات الآلي.

6. الغلاف الخارجي:

يحتوي الغلاف بداخله على العناصر المختلفة المكونة لمحول العزم وهي:

أ. المضخة.

ب. العنفة.

ج. العضو الثابت.

د. القابض.

ه. السائل الهيدروليكي.

ويثبت مع حذافة المحرك ويمتاز بأنه يسمح بتدفق السائل بين العناصر المختلفة بسهولة.

7. الوسيط (السائل الهيدروليكي):

وهو زيت بمواصفات خاصة منها:

أ. غير قابل للانضغاط.

ب. ذو لزوجة منخفضة.

ج. لا يشكل مواد رغوية.

د. لا يتأكسد.

ويجب المحافظة على درجة حرارة الزيت منخفضة للمحافظة على لزوجته باستخدام وسائل مختلفة لتبريده في أثناء العمل.

عمل محول العزم في حالتي:

1. توقف المركبة مع دوران المحرك.
2. حركة المركبة مع دوران المحرك.

عمل محول في الوقت الذي يدور فيه المحرك بسرعة بطيئة والمركبة متوقفة عن الحركة:

العزم المتولد عند السرعات البطيئة المنقولة الى العنفة بواسطة السائل الهيدروليكي بين المضخة والعنفة ثم الى العضو الثابت ويرجع الى المضخة واذا زادت

السرعة الدورانية حتى يصبح في لحظة معينة قادراً على ادارة عمود نقل الحركة بعزم كبير ليكون هذا العزم قادراًعلى تحريك المركبة.

عمل محول العزم عندما يدور المحرك بسرعة عالية وتتحرك المركبة بسرعة خطية محددة:

عند زيادة سرعة دوران المحرك تزداد سرعة المضخة فتزداد قوة الطرد المركزي المؤثرة في الوسيط الهيدروليكي لينتقل عزماً كبيراً الى العنفة إذا تصبح قيمة العزم المؤثرة في العنفة مساوية (5, 1)مرة من قيمة العزم المؤثرة في المضخة والناتج من المحرك ويجب ملاحظة ان زيادة سرعة دوران المضخة ستؤدي الى زيادة سرعة دوران العنفة وسرعة رجوع السائل الهيدروليكي الى المضخة وهذا يدير العضو الثابت مع المضخة في الاتجاه نفسه ولا يؤدي الى زيادة في العزم المنقول من خلال العنفة الى عمود نقل الحركة.

مكونات صندوق السرعات الآلي:

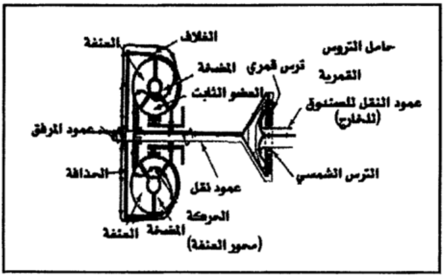
يتكون صندوق السرعات الآلي من الأجزاء الآتية:

1. محول العزم: ويحتوي على المضخة والعنفة والعضو الثابت.
2. مجموعة التروس الفلكية.
3. دارة التحكم الهيدروليكي.
4. مجموعة القوابض ونظام الفرملة.
5. عمود نقل الحركة.

ويحتوي صندوق السرعات الآلي على مجموعتين أو اكثر من التروس الفلكية للقيام بما يأتي:

- زيادة السرعة الدورانية وتخفيض العزم.

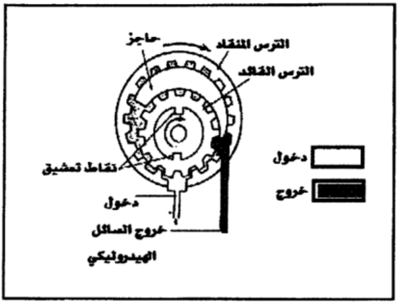
- عكس اتجاه الدوران.
- فصل الحركة بين المحور القائد والمحور المنقاد.
- نقل الحركة دون التأثير عليها (تعشيق مباشر).



الشكل (6 – 5)

يوضح الشكل (6 – 5) كيفية انتقال الحركة الدورانية من محول العزم الى التروس الفلكية، ومنها الى صندوق السرعات الألي، مع ملاحظة أن الحركة الدورانية من عمود نقل الحركة تسلم الى التروس الحلقي ويمكن توضيح انتقال الحركة الى صندوق السرعات الآلي على النحو التالي:

عندما يدور عمود المرفق وتنقل الحركة الدورانية الى حذافة المحرك ومنها الى المضخة التي تعمل بالقوة المركزية، يتحرك السائل الهيدروليكي ضاغطا العنفة التي تدور بسرعة تتناسب مع سرعة دوران السائل الهيدروليك، وقد بينا سابقاً ان العضو الثابت يعمل لزيادة السرعة الدورانية للمضخة بفعل توجيه السائل الهيدروليكي في الاتجاه الصحيح من العنفة الى المضخة لزيادة السرعة الدورانية للمضخة، وتنتقل الحركة الدورانية من العنفة الى عمود الادارة بواسطة التعشيق المباشر وباستخدام المجاري الطولية في صرة العنفة وعمود نقل الحركة، ثم تنقل

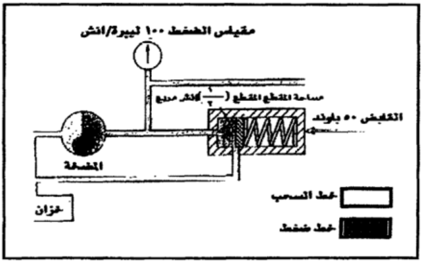


الشكل (6 – 6)

2. منظم الضغط:

يجب تنظيم الضغط الهيدروليكي لتلافي وقوع أي عطل في أجزاء صندوق السرعات الآلي، كما ان تنظيم الضغط ضروري، بسبب تغير السرعة والعزم للمركبة بين حين وآخر وفقا لظروف عملها.

ويستخدم في المضخة منظم ضغط هيدروليكي كما هو موضح في الشكل(6 – 7) ينظم تدفق السائل الهيدروليكي من المضخة الى دوائر صندوق السرعات الآلي وفقاً للحمل.

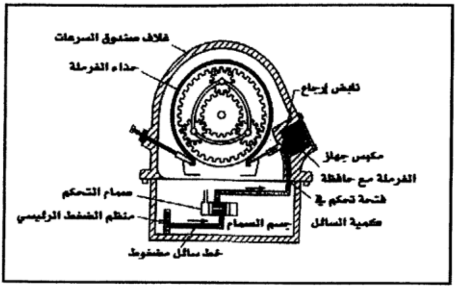


الشكل (6 – 7)

النظام الهيدروليكي لتشغيل القوابض الاحتكاكية ونظام الفرملة:

تشغيل نظام الفرملة (السيرفو):

عندما يتحرك مكبس صمام التحكم من ناحية اليمين، فإن الضغط الهيدروليكي يتدفق من خلال ممر خاص في جسم الصمام الى فتحة اختناق صغيرة مثقوبة في جسم الصندوق، ومنها الى مجرى داخلي في محور مكبس جهاز الفرملة، كما هو موضح في الشكل (6 – 8) ثم الى سطح المكبس العلوي ليبدأ الضغط بالأزدياد تدريجيا فيتحرك المكبس الى الامام ضد ضغط النابض. وهذا يؤدي الى تطبيق قوة فرملة على المسنن الحلقي، وتنظيم فتحة التدفق التدريجي للسائل الذي سيؤثر في سطح المكبس وعند امتلاء حجرة السائل خلف المكبس فإن قوة الفرملة المطبقة ستكون اكبر ما يمكن وعندما يتحرك مكبس صمام التحكم لليسار، يتدفق السائل من حجرة مكبس جهاز الفرملة فيضعف تأثير الضغط الهيدروليكي ويساعد نابض الارجاع على دفع المكبس الى الخلف وتحرير نظام الفرملة.



الشكل (6 – 8)

تشغيل مجموعة القوابض الاحكتاكية:

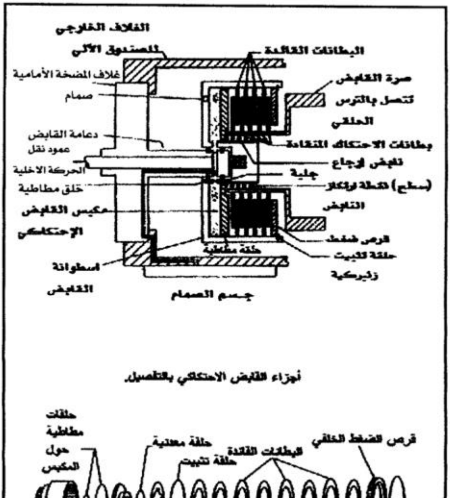
تستعمل القوابض الاحتكاكية في صندوق السرعات الآلي ، لقيادة بعض العناصر او تثبيت عناصر أخرى من مجموعة التروس الفلكية وتتكون من مجموعة من الاقراص:

الأولى: اقراص فولاذية.

الثانية: اقراص مغطاة ببطانة احتكاك، وأقراص فولاذية مثبتة بوساطة اخاديد الى اسطونة القابض الاحتكاكي، في حين ترتكز البطانات المنقادة الى صرة القابض الاحتكاكي ويتضح ان صرة القابض تتصل بالترس الحلقي في مجموعة التروس الفلكية وعند تحرير القابض، فأن الاقراص القائدة تدور بحرية، من غير ان تدير معها الاقراص المنقادة ولتعشيق القابض، فإن خط الضغط الهيدروليكي من جسم الصمام ينقل الضغط من خلال فتحات خاصة في جسم المضخة، ودعامة القابض الاحتكاكي. وتعمل فتحات اخرى في اسطوانة القابض لتدفق السائل.

ومـلء الحيـز خلـف المكبس، ومـع زيـادة الضـغط الهيـدروليكي فإنـه يـؤثر في المكبس ليتحرك ضاغطا امامه بطانات الاحتكاك بين المكبس وقرص الضغط وهذا يعمـل لوضـع الاقـراص الاحتكاكيـة القائـدة والمنقـادة في وضـع التعشـيق بفعـل الاحتكاك، ويربط المحور الناقل للحركة الداخلة الى صندوق السرعات مع الترس الحلقي.

ويبين الشكل(6 – 9) مجموعة القوابض الإحتكاكية.



الشكل (6 – 9)

مجموعة اختيار السرعة وكيفية عملها:

يحدد اتجاه حركة المركبة الى الامام او الى الخلف او الوقوف بواسطة رافعة اختيار السرعة التي تثبت احيانا على عمود القيادة والتوجيه وقد يكون اتصال الرافعة اتصالا مباشرا مع صندوق السرعات الآلي او بواسطة روافع ميكانيكية.

وتحتوي لوحة البيان على الاختيارت الآتية:

N: تعني وضعية الحياد (لا يوجد نقل حركة الى المحاور).

L: يرمز الى السرعة البطيئة للمركبة، التي تعني العزم الكبير في الوقت نفسه.

D: ترمز للحركة الامامية.

R: ترمز للحركة الخلفية (العكسية).

P: تعني وقوف المركبة تماماً (ولا يشترط في ذلك توقف عمل المحرك عن الدوران).

لتوضيح هذه الرموز عند كل وضعية:

N: لا يوجد تعشيق بين التروس لذلك تبقى في حالة حركة حرة ولا يوجد نقل حركة الى المحاور الخلفية أو الى الامامية وقد يكون المحرك في حالة دوران.

L: تستخدم هذه الوضعية عند استعمال المركبة على المنحدرات الحادة، ولا يرغب السائق في استعمال الفرامل بكثرة وخلال هذه الوضعية، تبقى سرعة المركبة الخطية قليلة ولايحدث اي انتقال من سرعة الى سرعة اخرى الا في الحالات التي يكون فيها صندوق السرعات، مصمماً (L1,L2) لهذه الغاية

اوقد تستخدم ايضا لدى صعود المركبة في منحدرات صعبة وعند الحمل الزائد.

D: تعني القيادة العادية، ويحدث خلال هذه الوضعية انتقال من سرعة الى اخرى وفقا لتغير سرعة المركبة وفتحة الخانق وقد تتسارع المركبة في هذه الوضعية من سرعة بطيئة الى سرعة أولى وثانية وثالثة.

R: هذا الوضع عكس اتجاه حركة محور نقل الحركة الخارج من صندوق السرعات الآلي لتتحرك المركبة الى الخلف وفقاً لحركة العجلات الخلفية في نظام الدفع الخلفي او حركة العجلات الامامية في نظام السحب الامامي.

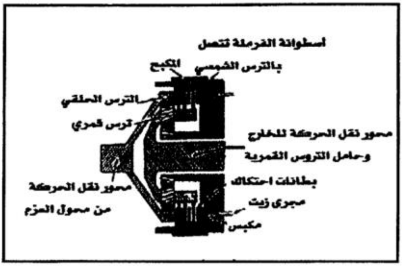
P: في هذه الحالة، تثبيت حركة التروس، فتثبيت تبعاً لذلك عمود نقل الحركة من صندوق السرعات الآلي، وتقف المركبة عن الحركة وهذا يعني التوقف التام للمركبة بفعل المقاومة الميكانيكية المتولدة داخل صندوق السرعات الآلي.

القوابض الاحتكاكية ونظام الكبح:

نظام الكبح (الفرملة):

يتكون هذا النظام من بطانة احتكاكية تحيط باسطوانة الفرملة باحدى طريقتين اما مع الترس الشمسي كما في الشكل $(6-10)$ او مع السطح الخارجي للترس الحلقي.

ويوضح الشكل(6 – 11) حذاء الفرملة المستخدم في صندوق السرعات الآلي.



الشكل (6 – 10)



الشكل (5 – 11)

يثبت حذاء الفرملة حول اسطوانة الفرملة المتصلة بالترس الشمسي فعند تطبيق نظام الفرملة فإن الترس الشمسي يثبت وهذا يعني ان تعمل مجموعة التروس القمرية كمجموعة تخفيض للسرعة، وبما ان الترس الحلقي في حالة دوران فهذا يؤدي الى ادارة التروس القمرية في حركة دورانية حول محورها، وفي حركة انتقالية حول محيط الترس الشمسي، وسيدور حامل التروس القمرية

بسرعة دورانية اقل من سرعة دوران الترس الحلقي اي ان السرعة الداخلة اعلى من السرعة الخارجة.

القوابض الاحتكاكية:

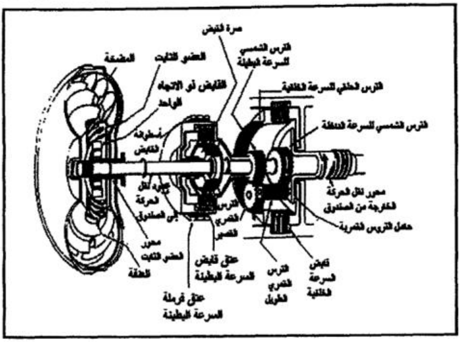
يتكون القابض الاحتكاكي كما هو مبين في الشكل (6 – 9) من مجموعة من بطانات الاحتكاك نصفها معشق مع الاسطوانة الخارجية التي تسمى اسطونة القابض الاحتكاكي والنصف الاخر مع اسطوانة داخلية.

طريقة عمل القوابض الاحتكاكية:

عند تحرير نظام الفرملة وادخال مجموعة القابض في نظام الحركة، بفعل الضغط الهيدروليكي المتدفق من فتحة الدخول الذي يوثر في هذه المجموعة وضغطها معآلتعشق، وتصبح قطعة واحدة وحتى يعمل الضغط الهيدروليكي بفاعلية على بطانات الاحتكاك فإن السائل الهيدروليكي يؤثر بقوة ضغط مباشرة من مكبس القابض ليتحرك الى الامام وهذا يؤدي الى دفع بطانات الاحتكاك لتعشق معا وتضغط من الطرف الاخر مع قرص الضغط وفي هذه الحالة يثبت حامل التروس القمرية والترس الشمسي معا وعندها تدور مجموعة التروس الفلكية كقطعة واحده لتحريك المركبة الى الامام دون اي تأثير على السرعة.

السرعة البطيئة:

يوضح الشكل(6 – 12) السرعة الدورانية البطيئة التي يدور بها محور نقل الحركة من صندوق السرعات الآلي الى عمود الادارة في نظام الدفع الخلفي أو الى المحاور الامامية في الدفع الامامي وذلك عند وضع رافعة اختيار السرعة على(L) وفي هذه الحالة يحرر القابض الاحتكاكي للسرعات الأمامية وتطبق الفرملة على اسطونة القابض للسرعات الامامية تثبيت اسطونة القابض والترس الشمسي

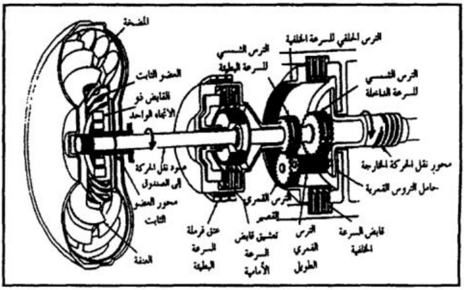


الشكل (6 – 12)

الخاص للسرعة البطيئة (اي انهما لا يدوران) وتنقل الحركة الدورانية من خلال الترس الشمسي الناقل للحركة للتروس القمرية الطويلة فتدور حول محورها وتنتقل في حركة انتقالية حول الترس الشمسي الثابت ويتحرك حامل التروس القمرية حركة دورانية وبسرعة دورانية بطيئة اي انه يتم الحصول على نسبة تخفيض في السرعة الدورانية نتيجة لإنتقال السرعة الدورانية من خلال التروس القمرية.

السرعة المباشرة:

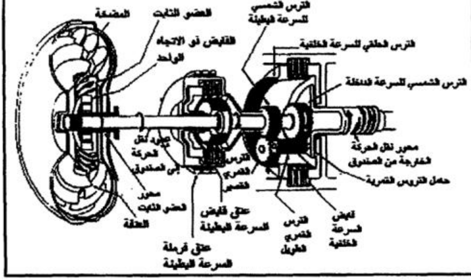
في السرعة المباشر يعشق قابض السرعة المباشرة وتحرر الفرملة المطبقة على اسطونة القابض كما هو مبين في الشكل (6 – 13) وفي هذه الحالة يثبت الترس الشمسي للسرعة البطيئة الى محور الناقل للحركة الداخلة فتدور مجموعة التروس القمرية كقطعة واحدة في الاتجاه نفسه وبالسرعة الدورانية الداخلية نفسها كما انه لا يوجد تخفيض في السرعة.



الشكل (6 – 13)

السرعة الخلفية:

يوضح الشكل (6 – 14) السرعة العكسية في هذه الحالة يحرر نظام الفرملة في اسطوانة القابض، كما يحرر القابض الاحتكاكي للسرعة الامامية في حين يثبت القابض للسرعة الخلفية وفي هذه الحالة يثبت الترس الحلقي الاحتكاكي للسرعة الخلفية وهذا يؤدي الى دوران حامل التروس القمرية في الاتجاه المعاكس لاتجاه دوران الحركة الداخلة.



الشكل (6 – 14)

أسئلة الوحدة السادسة

سؤال (1): اشرح مبداء عمل الوصلة الهيدروليكية؟

سؤال (2): عدد ثلاث من وظائف التروس الفلكية؟

سؤال (3): وضح مع الرسم طريقة عمل مجموعة التروس الفلكية عندما تعمل مخفضة للسرعة؟

سؤال (4): اشرح عمل منظم تدفق السائل الهيدروليكي؟

سؤال (5): ما هي العناصر الرئيسية المكونة لمحول العزم وما وظيفة كل منها؟

سؤال (6): ضع دائرة جواب الصحيح:

1. تسمتد مضخة الزيت الحركة من:

أ. عمود المرفق
ب. عمود الكامات
ج. عمود النكايات
د. لا شي مما كر

2. عند وضع عتلة الغيار على وضعية D فإن العملية هي:

أ. ايقاف السيارة
ب. زيادة السرعة
ج. بداية حركة السيارة
د. أ + ب

3. الهدف من منظم الضغط الهيدروليكي هو:

أ. تنظين الضغط داخل مجاري الزيت
ب. تنظيم تدفق السائل من المضخة
ج. تنظيم السرعة الخارجية من صندوق التروس
د. تنظيم السرعة الخارجية من البرك

4. تتكون اقراص الاحتكاك في صندوق التروس الهيدروليكي من:

أ. رقائق معدنية
ب. رقائق فيبر احتكاكية
ج. رقائق نحاسية
د. أ + ب

5. عند وضع الغيار على رمز R فاننا نعني بذلك:

أ. السرعة المباشرة
ب. السرعة البطيئة
ج. السرعة الوسطى
د. السرعة العكسية

الوحدة السابعة

وصلات نقل الحركة

الوحدة السابعة

وصلات نقل الحركة

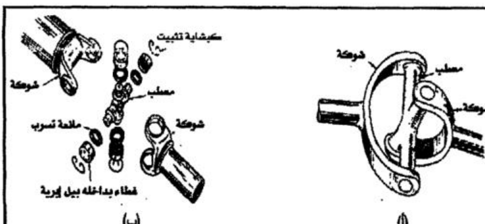
الغرض منها: تستخدم وصلات نقل الحركة في أعمدة النقل في السيارات لتوفير المرونة اللازمة لنقل الحركة والتغلب على مشكلة التغير في طول عمود النقل.

أنواع وصلات نقل الحركة:

1. الوصلات العامة. (Universal Joints).
2. الوصلات الثابتة السرعة. (Constant Velocity Joints).
3. الوصلات المنزلقة.(Slip Joints)(Splined Joints).
4. الوصلات المباشرة (فلنجات ومربعات)(Flange Joints).

1. الوصلات العامة (Universal Joints):

تتيح الوصلة العامة نقل القدرة في عمودي ادارة بحيث يصنعان زاوية بين محوريهما كما هو مبين بالشكل (7 – 1).



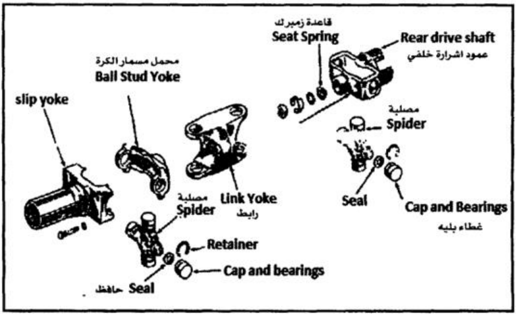
الشكل (7 – 1)

الوصلة العامة البسيطة التي تتكون من شو كتين على شكل حرف (Y) ومن مصلب، وترتبط أحدى الشوكتين بعمود نقل وترتبط الأخرى بالعمود المقاد وتركب أذرع المصلب على كراسي تحميل(بيل ابريه) في الشوكتين، الشكل(7 – 1)(أ).

ويبين الشكل (7 – 1)(ب) وصله عامة مكونة من شوكتين ومصلب واربعة كراسي تحميل ابريه وكبشايات لتثبيت كراسي التحميل الابرية بالشوكة.

2. الوصلات الثابتة السرعة (Constant Velocity Joints).

تستخدم الوصلة العامة الثابتة السرعة لجعل العمود المقاد يدور بسرعة ثابتة منتظمة مماثلة لسرعة العمود القائد دون أية ذبذبة أو تغير في سرعة الدوران أو السرعة الخطية، ويطلق عليها أسم الوصلة المزدوجة تتكون من وصلتين عامتين متصلتين عبر قابض شوكة ذو كرات دواره.



الشكل (7 – 2)

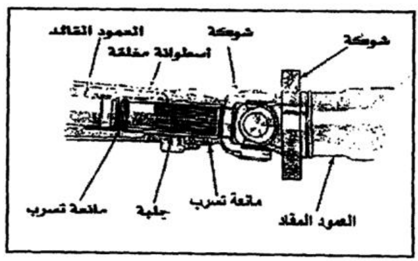
3. الوصلة المنزلقة (Slip Joints)(Splined Joints):

تتكون الوصلة المنزلقة من شوكة ذات اسنان داخلية طولية تناظر الاسنان الطولية على العمود المتصل معها وتسمح هذه الوصلة بتقصير المسافة بينهما أو تطويلها وهذا سيتيح التغلب على مشكلة التغير في طول عمود النقل بسبب حركة المحور الخلفي لأعلى ولأسفل تبعا لطبيعة الطريق.

ويبين الشكل (7 – 3) مقطعا في الوصلة المنزلقة.

4. الوصلات المباشرة (فلنجات ومربعات) (Flange Joints):

تستخدم الفلنجات أو المربعات وصلات لنقل الحركة مباشرة بالسرعة نفسها وفي خط مستقيم وتشكل مع الأعمدة وحدة كاملة واحده لكنها قابلة للفك والفصل عن بعضها البعض وتربط الفلنجات ببراغي وصواميل لتكون وصلة غير دائمة.



الشكل (7 – 3)

5. وصلات نقل الحركة الهيدروليكية:

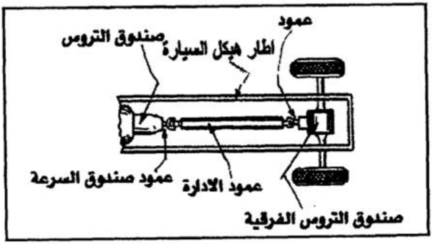
طرق نقل حركة العجلات في السيارات:

يقع المحرك في معظم السيارات في المقدمة وتكون العجلات الخلفية هي العجلات المداره نتيجة الحركة في المحرك، الا أنه في الوقت نفسه هناك سيارات يوجد فيها المحرك بخلفها وتكون العجلات الخلفية هي العجلات المدارة أيضاً.

وفي ترتيب آخر يكون المحرك في المقدمة وتكون العجلات الأمامية هي العجلات المداره، وهذا الترتيب هو الشائع حالياً، حيث يطلق على الترتيب الأول نقل الحركة بالدفع الخلفي، وعلى الثاني نقل الحركة بالدفع الأمامي.

نقل الحركة بالدع الخلفي:

طريقة نقل الحركة في السيارة بواسطة الدفع الخلفي، يكون عمود النقل طويلا، وقد يتكون من أكثر من قطعة واحدة ويحتاج الى وصلات عامة ووصلات منزلقة عمود الادارة يقع بين صندوق السرعات والمحور الخلفي للسيارة ويقوم بنقل الحركة الدائرية من صندوق السرعة الى صندوق التروس الفرقية وبذلك تدور العجلات الخلفية. كما هو موضح في الشكل(7 – 4).



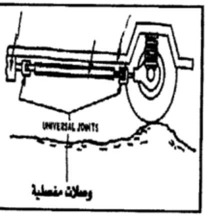
الشكل (7 – 4)

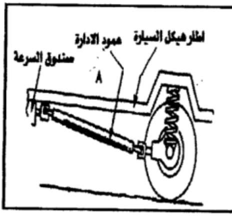
ويرعى عند تصميم عمود الاداره حقيقتان:

الأولى: ان المحرك وجهاز نقل الحركة مثبتان في هيكل السيارة.

الثانية: ان المحور الخلفي بما فيه صندوق التروس الفرقية والعجلات الخلفية مثبتة في هيكل السيارة عن طريق نوابض.

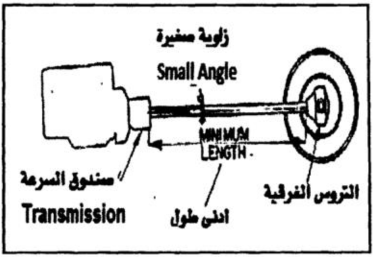
وكثيرا ما تواجه العجلات الخلفية طريقاً غير منتظم، فتضغط النوابض وتتمدد ويغير بذلك زاوية الادارة أو القيادة بين عمود الادارة وعمود صندوق السرعات ويعمل ذلك على تغير المسافة بين صندوق السرعات ومحور النقل النهائي كما في الشكلين (7 – 5)(7 – 6).



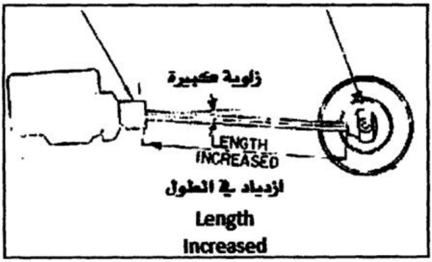


الشكل (7 – 5)　　　　الشكل (7 – 6)

ولكي يؤدي عمود الاداره عمله جيدا يجب ان يحتوي على وصلة مفصلية عامة واحدة او اكثر وذلك للسماح بتغيير زاوية الادارة، ويجب كذلك ان تكون هناك قطعة منزلقة لكي تسمح بتغيير الطول المفصلي لعمود الادارة ويلاحظ انه عندما يتحرك صندوق التروس الفرقية الخلفي ومعه العجلات الى الأعلى والى الأسفل تتغير الزاوية بين عمود نقل الحركة وعمود الداره وكذلك بتغير طول عمود الإدارة الشكلين (5 – 7)، (5 – 8).



الشكل (7 – 7)



الشكل (7 – 8)

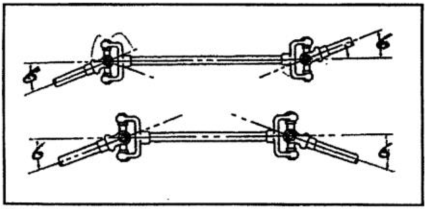
زاوية خط النقل في أعمدة نقل الحركة:

من المرغوب فيه أن يكون محور عمود النقل في خط مستقيم مع محور عمود المرفق في المحرك إلاأن ذلك غير ممكن عمليا بسبب حركة العجلات للأعلى والأسفل حركة غيرمنتظمة بفعل طبيعة الطريق الغير مستوية او لأن هيكل السيارة يتحرك للأعلى والى الأسفل أيضا كما ذكرنا سابقا بالنسبة لوضع العجلات.

الوصلات الطرفية لأعمدة النقل في السيارات:

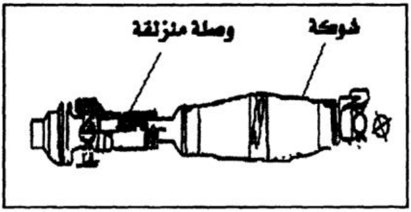
يتصل عمود نقل الحركة من طرفية بواحدة من الوصلات الآتية:

1. شوكتان ملحومتين بطرفيه وتتصلان بوصله عامه لنقل الحركة كما هو مبين في الشكل (7 – 9).



الشكل (7 – 9)

2. شوكة وصله عامة في طرف ووصله باسنان طولية لعمل وصلة منزلقة كما هو مبين في الشكل (7 – 10).



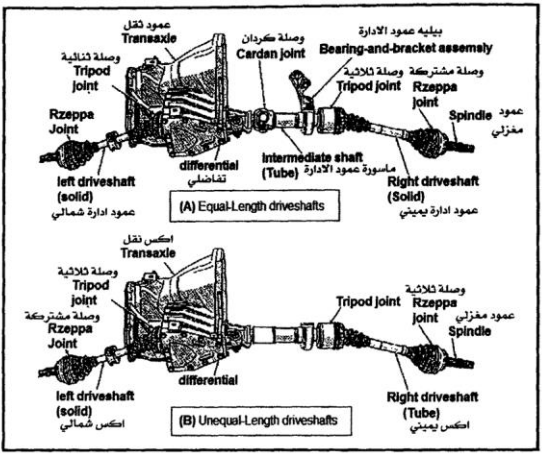
الشكل (7 – 10)

3. مجموعة من الوصلات العامة ثابتة السرعة الخطية مع عمود نقل مكون من أكثر من قطعة واحدة.

نقل الحركة بالدفع الامامي :

في هذه الطريقة يكون المحرك في المقدمة وقريبا من العجلات الامامية وهو شائع الاستعمال في السيارات والمركبات الصغيرة وفيه لا نحتاج الى عمود نقل طويل وتستبدل به أعمدة نقل قصيرة يمينية ويسارية ولكن تحتاج الى مجموعة من الوصلات العامه الثابتة السرعة.

ويتميز الدفع الامامي بنظام تعليق امامي معقد اكثر من الدفع الخلفي اذا ان العجلات الامامية يتم توجيهها وتأرجحها من جهة الى اخرى أثناء مسير السيارة وتوجيهها فضلاً عن ادارة هذه العجلات بمحاور الاداره وهذا يتطلب وجود وصلتين ثابتتي السرعة في كل عمود نقل امامي (يسار ويمين) كما هو مبين في الشكل (7 – 11).



الشكل (7 – 11)

يبين الشكل (7 – 11 (A)) نظام دفع امامي متساوي الطول لأعمدة نقل الحركة.

والشكل (7–11 (B)) نظام دفع امامي غير متساوي الطول لأعمدة نقل الحركة.

ويمكن أن تكون الاعمدة مصمتة أو مفرغة.

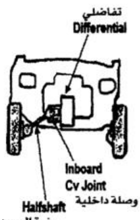
في بعض أنظمة الدفع ملاحظة ادارة توجيه العزم، وهذا يسمح للمركبات التي يوجد بها اعمدة نقل الحركة مختلفة الاطوال للسحب لجهة واحدة خلال التسارع الكبير، المركبة تدفع للأمام من الجهة التي يوجد بها عمود نقل حركة طويل.

استخدام محور وسيط كما هو في الشكل (7 – 11 (A)) يسمح باستخدام أعمدة نقل حركة متساوية وهذا يساعد على تساوي العزم للعجلات الأمامية.

يستخدم أنواع مختلفة من الوصلات ثابتة السرعة في كلا الطرفين لعمود نقل الحركة حيث يستخدم الوصلة ثابتة السرعة من الجهة الخارجية وتسمح لتغير زاوية دوران العجل الشكل (7 – 12 (أ)).

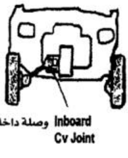
الوصلة الداخلية وصلة منزلقة وهي تسمح بتغيير طول الوصلة في حالة ارتفاع العجلة أو انخفاضها وتوجيه عمود القيادة للداخل والخارج .

الشكل (7 – 12 (ب)).



(A) Normal suspension Height

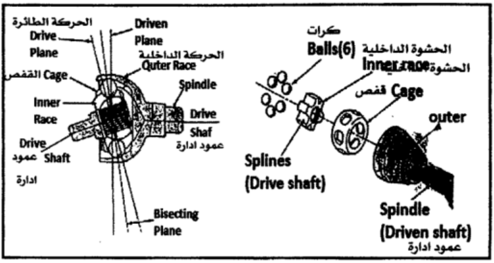
الشكل (7 – 12(أ))



(B) suspension and halfshaft extended
Fig.sliding,or plunging action in a constant-velocity (Cv) joint as the wheel moves up and.(Ac-delco Division of General Motors Corporation)

الشكل (7 – 12(ب))

يبين الشكل (7 – 13) وصلة ثابتة السرعة المستخدمة في الطرف الخارجي لعمود نقل الحركة بحيث تقوم بتدوير المحور المنقاد بسرعة ثابتة عندما تدور بزاوية أقصاها (40) درجة.



الشكل (7 – 13)

الوصلة الداخلية ثابتة السرعة:

كما هو واضح في الشكلين (7 – 11 (أ، ب)) بحيث تكون حركتها اقل من الوصلة الخارجية بحيث لا تتحرك بزاوية حسب طلب نظام التوجيه ، ومع ذلك الوصلة الداخلية (راسية الاكس الداخلية) تنزلق للاعلى والاسفل، حسب طبيعة الطريق كما هو مبين في الشكل (7 – 12 (ب)).

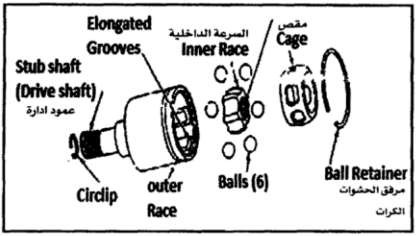
يوجد نوعين رئيسين يستخدمان بشكل كبير في الوصلات الداخلية:

1. النوع المغمور (الغاطس) plunging type الشكل (7 – 14).
2. الحاملة الثلاثية المغمورة Plunging tripod الشكل (7 – 15).

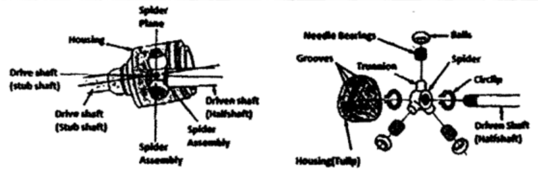
تثبيت الوصلة ذات النوع المغمور الغاطس المبينة في الشكل (7 – 14) من جهة صندوق السرعات عن طريق المسنن الطولي الموجود بطرف الوصلة.

تثبيت الوصلة ذات الحاملة الثلاثية المغمورة عن طريق المسنن الطولي الموجود بطرف الوصلة الشكل (7 – 15) بحيث تحتوي من الداخل على ثلاث

محامل إربرية الشكل ويوجد في الغلاف ثلاث مجاري تتحرك بها المحامل للداخل والخارج.



الشكل (7 – 14)



(B) Tripod Cv-joint operation
Fig.Construction and operation of the inboard tripod Cv Joint.(Ac-Delco Division of General Motors Corporation)

(A) Tripod Cv-Joint Construction

الشكل (7 – 15)

أسئلة الوحدة السابعة

السؤال الأول: ما هي وظائف أعمدة نقل الحركة؟

السؤال الثاني: عدد أجزاء الوصلة العامة لأعمدة النقل.

السؤال الثالث: قارن بين أنظمة النقل الاتية من ناحية الاجزاء.

أ) الدفع الأمامي.

ب) الدفع الخلفي.

ج) الدفع الرباعي.

السؤال الرابع: وضح بالرسم كيف تتغير سرعة دوران أعمدة النقل مع التغير في زاوية الميل لتلك الاعمدة الواصلة بين مدخل الحركة ومخرجها.

السؤال الخامس: ماذا يحدث اذا كان عمود النقل غير متزن.

السؤال السادس: عدد أنواع أعمدة النقل.

الوحدة الثامنة

مجموعة التروس الفرقية والمحاور الخلفية

الوحدة الثامنة

مجموعة التروس الفرقية والمحاور الخلفية

مجموعة المسننات الفرقية ومحاور الإدارة:

تعد مجموعات المسننات الفرقية العنصر المميز في مجموعات نقل الحركة في السيارات إذ تحوّل الحركة الدورانية الطولية من عمود النقل إلى حركة دورانية عرضية تدوّر العجلات وتسير إلى الامام، إضافة الى توفير الدوران بسرعات لمحاور الدوران النصفية (يميناً ويساراً) لتسهيل عملية دوران السيارة الى اليمين أو اليسار على المنعطفات المختلفة.

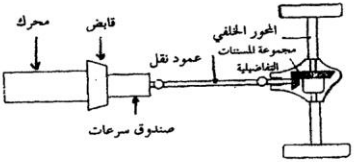
وستدرس في هذه الوحدة، طريقة نقل الحركة وتحويلها الى حركة عرضية تؤدي الى تدوير العجلات بسرعات متساوية عند السير في الطرق المستقيمة، وبسرعات مختلفة في أثناء السير في المنعطفات.

أولاً: التركيب العام لمجموعة المحور الخلفي في السيارة

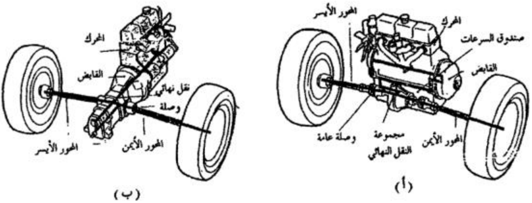
تشكل مجموعة المحور الخلفي في السيارات والمركبات الخفيفة المرحلة الأخيرة في نقل الحركة والقدرة الناتجة من المحرك الى العجلات الخلفية، فهي تحتوي على مجموعة المسننات التفاضلية ومحاور العجلات أو أعمدتها، وقد عرفت أنَّ أجهزة نقل القدرة تتضمن الأجزاء الآتية على:

1. عجل التوازن أو الحذافة على طرف عمود المرفق للمحرك.
2. القابض أو الوصلة السائلة أو محول العزم.
3. صندوق السرعات (العادي أو الاتوماتيكي).
4. أعمدة النقل والوصلات.
5. مجموعة المسننات التفاضلية.
6. الأعمدة أو المحاور النصفية للعجلات.

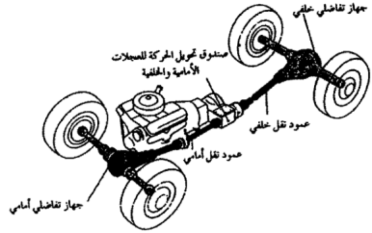
ويبين الشكل (8 – 1) أجهزة نقل الحركة والقدرة المذكورة أعلاه في السيارات ذات الدفع الخلفي، إذ يتضح فيه تسلسل نقل الحركة من المحرك حتى العجلات، ويبين الشكل (8 – 2/ أ، ب) أجهزة نقل القدرة وانتقالها في السيارات ذات الدفع الأمامي، بينما يبين الشكل (8 – 3) أجهزة نقل القدرة وتدفق الحركة في السيارات ذات الدفع بأربع بعجلات.



الشكل (8 – 1) نقل القدرة في السيارات ذات الدفع الخلفي



الشكل (8 – 2) أجهزة نقل القدرة في السيارات ذات الدفع الأمامي



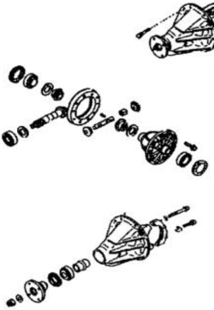
الشكل (8 – 3) أجهزة نقل القدرة في السيارات ذات الدفع بأربع عجلات

- **هناك نوعان من مجموعة المسننات التفاضلية من ناحية التركيب:**

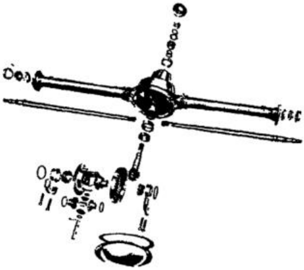
الأول: تجمع المجموعة بعيداً عن غلاف المحور وتضبط، ثم تركب في غلاف المحور، ويبين الشكل (8 – 4) هذا النوع.

أما المجموعة الثانية، فتجمع الأجزاء داخل الغلاف، ثم تجري لها عملية الضبط اللازمة، وتقفل بغطاء من الخلف، ويبين الشكل (8 – 5) هذا النوع.

وستدرس لاحقاً مكونات مجموعة المسننات التفاضلية وطريقة عملها وضبطها.



الشكل (8 – 4) مجموعة المسننات التفاضلية التي تجمع بعيداً عن غلاف المحور



الشكل (8 – 5) مجموعة المسننات التفاضلية التي تجمّع داخل غلاف المحور.

ثانياً: مجموعة المسننات التفاضلية (النقل النهائي)

تتوافر مجموعة النقل النهائي أو المسننات التفاضلية في السيارات المتوسطة الحجم أو المركبات الخفيفة، التي يقع المحرك في مقدمتها أو مؤخرتها.

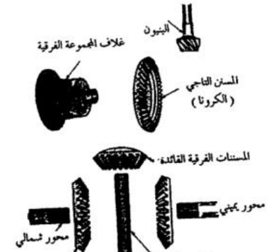
تأخذ هذه المجموعة الحركة من عمود الدفع المتصل بصندوق السرعات (صندوق المسننات) أو من صندوق السرعات نفسه، وذلك حسب نوع دفع السيارة، وتوصلها الى محاور العجلات.

تقوم هذه المجموعة بالوظيفتين الآتيتين:

1. زيادة العزم بتقليل السرعة.
2. تحويل الحركة الطولية الدائرية لعمود الدفع الى حركة العجلات العرضية بزاوية قائمة تماماً.

1) تركيب مجموعة النقل النهائي أو المجموعة الفرقية:

تتكون هذه المجموعة من مجموعتين فرعيتين هما: مجموعة مدخل الحركة أو مجموعة البنيون والمسنن التاجي (الكرونا والبنيون) ومجموعة المسننات المخروطية التفاضلية وغلافها، ويبين الشكل (8 – 6) الأجزاء الأساسية المكونة لهذه المجموعة مفككة.

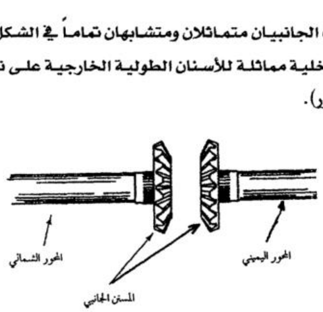


الشكل (8 – 6) الأجزاء الأساسية المكونة للمجموعة الفرقية (النقل النهائي)

لدراسة التركيبة الميكانيكية لهذه المجموعة وطريقة عملها، ستدرس فيما يأتي خطوات بناء هذه التركيبة من المسننات والأعمدة، وحمالة المسننات المخروطية التفاضلية أو غلافها كالآتي:

أ) يركب على النهاية أو الطرف الداخلي لمحور كل عجل من العجلات الخلفية مسنن مخروطي ذو أسنان مستقيمة ويسمى المسنن المخروطي الجانبي، ويبين الشكل (8 – 7) المسننات الجانبية مركبة على نهايتي العمودين النصفيين (أعمدة تدوير العجلات).

المسننات الجانبيان متماثلان ومتشابهان تماماً في الشكل والأبعاد، ولهما أسنان طولية داخلية مماثلة للأسنان الطولية الخارجية على نهايتي العمودين النصفيين (المحاور).

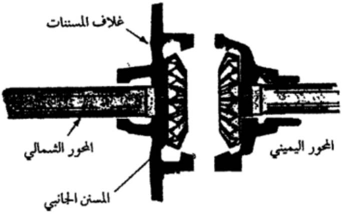


الشكل (8 – 7) تركيب المسننات الفرقية الجانبية على النهايتين الداخلتين للأعمدة النصفية

ب) يبين الشكل (8 – 8) إضافة غلاف المسننات التفاضلية الى المجموعة السابقة، وهذا الغلاف مصمم، لتتحرك المسننات فيه تحركاً منفصلاً أحياناً، وتدور معه أحياناً أخرى، ويركب الغلاف على قشرة المحور الخارجي بوساطة كراسي مخروطية. أو (بيل) لكي تدور بحرية على الأعمدة النصفية.

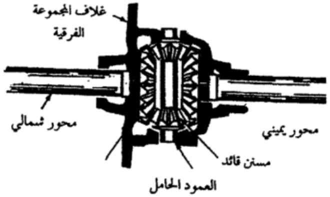
ج) يضاف للمجموعة السابقة المسننات المخروطية التفاضلية (وعددها 2) التي يطلق عليها اسم المسننات القائدة وتركب على عمود واحد في الحمالة أو

الغلاف، ويدعى العمود الحامل، ويبين الشكل (8 – 9) إضافة المسننات الفرقية القائدة للمجموعة السابقة.



الشكل (8 – 8) إضافة غلاف المسننات التفاضلية او حمالتها الى المجموعة السابقة

تلاحظ في هذه التركيبة أن للمسننات الفرقية (القائدة والجانبية) أسناناً متماثلة ومعشقة معاً كما هو مبين ليشكل كل مسننين مخروطيين زاوية قائمة (90°).

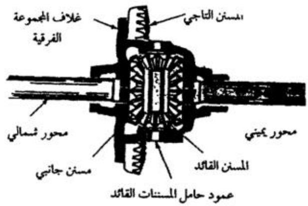


الشكل (8 – 9) إضافة المسننات الفرقية القائدة مركبة على عمود حامل لها في الغلاف والقشرة.

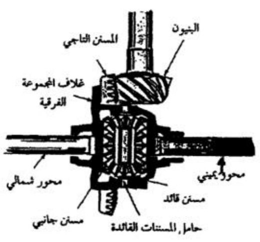
د) يضاف الى المجموعة المسنن التاجي (الكرونه)، وهو حلقة دائرية مسننة بأسنان مخروطية عددها كبير نسبياً، وتركب على حمالة المسننات التفاضلية أو

الفرقية بوساطة براغي خلال ثقب على محيط فلنجة الحمالة أو الغلاف ويبين الشكل (8 – 10) إضافة المسنن التاجي للمجموعة.

ه) يضاف أخيراً مجموعة مدخل الحركة أو مسنن البنيون المكون من مسنن مخروطي ذي أسنان مماثلة لأسنان المسنن التاجي الذي يعشق معه، وعمود مدخل الدوران الذي يركب على طرفه فلنجة أو مربعة بوساطة أسنان طولية، وهي التي تتصل مع نهايته، أو وصلة عمود النقل أو عمود الإدارة. وعندما يدور عمود النقل، يدور معه عمود البنيون، الذي يدير المسنن التاجي، وتبعاً لنسبة أسنانهما تتحدد نسبة التخفيض في مجموعة النقل النهائي هذه.



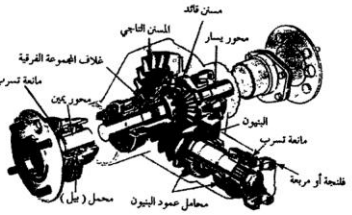
ويبين الشكل (8 – 11) إضافة مسنن البنيون والعمود الى المجموعة، وبهذا تكتمل الأجزاء الرئيسة أو الأساسية للمجموعة.



الشكل (8 – 11) إضافة البنيون والعمود (مدخل الحركة للمجموعة) إلى المجموعة السابقة

2) طريقة عمل مجموعة النقل النهائي (المجموعة الفرقية):

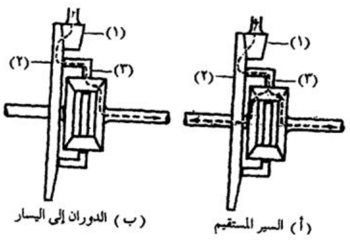
بعد أن تعرفت المكونات الأساسية لمجموعة المسننات الفرقية وكيفية تركيبها وعلاقتها بعضها ببعض، يمكن توضيح طريقة العمل والوظائف التي تؤديها في حالات المسير المختلفة، ولفهم ذلك، يجدر ملاحظة تركيب المجموعة مع مجموعة المحور الخلفي والعجلات في صورة قطاع، اذ يساعد ذلك كثيراً على تتبع الحركة خلال تلك الاجزاء ابتداءً من فلنجة مدخل الحركة وحتى فلنجة العجلات الخلفية، ويبين الشكل (8 – 12) قطاعاً في تلك المجموعة كاملةً.



الشكل (8 – 12) قطاع في مجموعة المسننات الفرقية ومجموعة المحور الخلفي

3) وصف طريقة نقل الحركة في مجموعة المحور الخلفي

يبين الشكل (8 – 13) مخططاً لنقل الحركة في حالتي: المسير المستقيم، والدوران إلى اليسار في مجموعة المحور الخلفي العادية وتالياً شرحاً مفصلاً لكل حالة.



الشكل (8 – 13) مخطط نقل الحركة في حالة السير المستقيم وحالة الدوران لليسار

ا) حالة السير المستقيم للأمام او الى الخلف:

تنتقل الحركة الدورانية من عمود مدخل الحركة للمجموعة الى مسنن البنيون القائد رقم (1)، ويبقى اتجاه الدوران كما هو حول المحور الطولي لعمود النقل، ويدير البنيون المسنن التاجي (رقم 2) الذي يكون معشقاً معه بسرعة قليلة وبنسبة تخفيض تساوي عدد أسنان المسنن التاجي الى عدد أسنان البنيون، كما هو مبين في الشكل (8 – 13 /ا)، وتتراوح هذه النسبة في السيارات عادة من (3 : 1) الى (6.5 : 1). فإذا اخذت النسبة (3 : 1) فإن عمود النقل يدور 3 دورات مقابل كل لفة أو دورة لعجل المركبة. ونظراً لنوع التركيبة للبنيون أو المسنن التاجي المخروطيين، فإن محور الدوران يصبح عرضياً بزاوية تساوي (90°)، وهذه التركيبة الميكانيكية هي التركيبة الوحيدة التي يمكن بوساطتها تحويل الحركة الطولية الى حركة عرضية بزاوية قائمة تماماً.

هل تستطيع إثبات ذلك هندسياً؟ حاول تمثيل ذلك برسم المخطط الهندسي للمسننات ومحاورها، وملاحظة زاوية تقاطع المحاور لتلك المسننات.

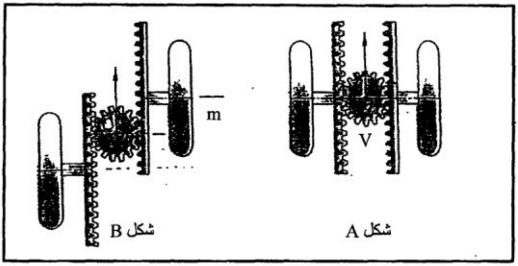
وتنتقل الحركة الدورانية العرضية بالسرعة ذاتها الى حمّالة المسننات الفرقية القائدة أو علبتها (رقم 3) التي يثبت عليها المسنن التاجي مباشرةً، أي إن مجموعة المسنن التاجي وعليه المسننات التفاضلية تدور وحدة واحدة.

وفي حالة المسير في خط مستقيم، لا تدور المسننات التفاضلية القائدة حول محاورها، ولكنها تؤثر في ناتج الحركة تأثيراً متساوياً في المسننات التفاضلية الجانبية والمحاور النصفية، التي تدور بسرعة واحدة مساوية لسرعة المسنن التاجي وسرعة مجموعة المسننات التفاضلية، وبذلك، تنطلق السيارة في خط مستقيم، أي إن سرعة دوران العجل الأيمن تساوي سرعة دوران العجل الأيسر تماماً.

ب) حالة الدوران الى اليسار:

عند الدوران إلى أي من الجهتين، فإن على العجلة الخارجية (بالنسبة لنصف قطر الدوران) أن تدور بسرعة أعلى من سرعة العجلة الداخلية، وهذا يؤدي الى ازدياد المقاومة ضد دوران أحد الأعمدة أو المحاور النصفية، الذي يؤدي الى جعل المسننات التفاضلية القائدة تدور حول محاورها، وفي الوقت نفسه، تدور أو تتدخرج حول المسننات التفاضلية الجانبية المعشقة مع المحاور النصفية، فيؤدي الى دوران كل محور نصفي بسرعة مختلفة عن سرعة الآخر، وعليه، فإن المحور النصفي الداخلي يدور بسرعة أقل من سرعة المحور النصفي الخارجي الى السرعة التي لا يحدث فيها للعجل الداخلي انزلاق، كما هو مبين في الشكل (8 – 13 /ب)

نظرية التروس الفرقية:



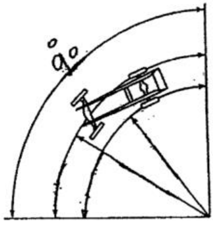
شكل (8 – 14) أ، ب

- في الشكل A عندما تدور العجلتان بنفس السرعة فإن الترس الموجود في الوسط لا يدور ولكنه يؤثر على كل جريدة مسننة بنفس القوة.
- في الشكل B عندما تدور العجلة اليمنى أسرع فسيدور الترس الوسطي حسب اتجاه السهم ويدفع الجديدة المسننة اليمنى الى الامام وبشكل آخر لتوضيح العملية نفرض أن V تمثل عدد دورات الترس التاجي او التروس الفرقية وفي الشكل (التروس الوسطى) وكانت (m) تمثل عدد دورات التروس الجانبية في الشكل تمثيل الجريدة المسننة فسيكون الاتي:

عدد دورات العجلة اليمنى = $V + m$

عدد دورات العجلة اليسرى = $V - m$

- **التروس الفرقية Differential**



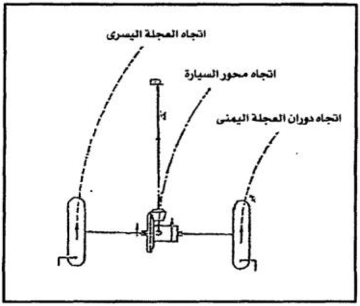
الشكل (8 – 15)

عندما تنعطف المركبة في منحنى كما في الشكل اعلاه فإن المسافة التي تقطعها العجلة الداخلية اقل فإذا كانت العجلتان مثبتتان على نفس المحور فإن احدى العجلتين سوف تنزلق على سطح الارض لكي تحافظ على تلازمها مع زميلتها في المنحنى المبين في الشكل (8 – 15) وبالتالي ستستهلك بسرعة الاضافة الى التواء الاعمدة الذي يؤدي الى كسرها.

ولهذا يقسم العمود الى نصفين يسميان المحاور او الاعمدة النصفية وذلك لتمكين دوران العجلتين في نفس الوقت ولكن بدورات مختلفة بالعدد. وسميت هذه بالتروس الفرقية وهي تتكون من اربعة تروس مخروطية دائمة التعشيق.

مثال:

سيارة تأخذ منحنياً جهة اليمين كما في الشكل ادناه، علماً بأن عمود الادارة يدور (2000) دورة/دقيقة، وكانت نسبة التخفيف بين عمود الادارة والتروس الفرقية هي $(\frac{5}{1})$ ، احسب عدد دورات العجلة اليسرى وعدد دورات العجلة اليمنى. علما بأن عدد دورات التروس الجانبية (20) دورة/دقيقة.



الشكل (8 – 16)

الحل: عدد دورات التروس الفرقية = $400\ RPM = \frac{2000}{5}$

عدد دورات العجلة اليسرى = $A + m = 400 + 20$

$= 420\ RPM$

عدد دورات العجلة اليمنى = $A - m = 400 - 20$

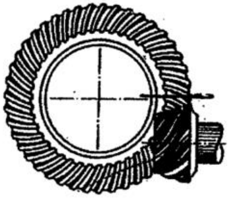
$= 380\ RPM$

ثالثاً: أنواع التعشيقات بين مسنن البنيون والمسنن التاجي:

يوجد ثلاثة أنواع رئيسة من التعشيقات بين مسنني البنيون والتاجي، وتختلف من ناحية زيادة مساحة التعشيق (لسن واحد أو أكثر) والضجيج الناتج، وهذه التعشيقات هي:

1) التعشيقة الهيبويديّة:

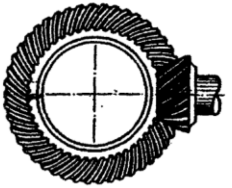
لغرض خفض مستوى مجرى عمود النقل في أرضية هيكل السيارة والسماح لهيكل السيارة بالانخفاض، فإن نقطة تعشيق مسنن البنيون والمسنن التاجي تكون ذات مستوى منخفض عن مركز المسنن التاجي وتسمى هذه التعشيقة التي تستعمل بها مسننات ذات أسنان حلزونية مسلوبة تعشيقة هايبويد، وهي موضحة في الشكل (8 – 17).



الشكل (8 – 17) تعشيقة هايبويد

2) التعشيقة الحلزونية المخروطية:

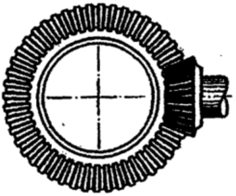
تكون نقطة تعشيق البنيون والمسنن التاجي بمستوى خط مركز المحور الخلفي نفسه، والشكل الحلزوني للأسنان يسمح بتعشيق أكثر من سن واحد في الوقت نفسه، وهذا يعطي تعشيقاً هادئاً وقوة كبيرة إذ يحدث تعشيق لسن قبل انتهاء تعشيق السن الآخر، وهذا يسمح بتوزيع العزم على أكثر من سن واحد، وهذه التعشيقة موضحة في الشكل (8 – 18).



الشكل (8 – 18) تعشيقة حلزونية مخروطية

3) التعشيقة المستقيمة المخروطية

هذه التعشيقة من أقدم الأنواع، ويمكن ملاحظة أن الأسنان تكون مستقيمة فيها وتحدث ضجيجاً في أثناء التعشيق، ولا توفر القوة الكافية كما في الاسنان الحلزونية المخروطية، ومع ذلك، فإنها تعمل بصورة جيدة بالنسبة للمسننات الفرقية، والشكل (8 – 19) يوضح هذه التعشيقة.



الشكل (8 – 19) تعشيقة مستقيمة مخروطية

حسابات نظام النقل:

نسبة النقل في مجموعة الادارة النهائية:

$$\mathrm{GRF} = \frac{\mathrm{Zn}}{Zp} = \frac{\mathrm{Np}}{Nc} \qquad \text{final gear ratio}$$

حيث أن:

GRF: نسبة النقل في مجموعة الإدارة النهائية.

Zn: عدد أسنان الترس التاجي (الكرونا).

Nc: سرعة دوران الترس التاجي (سرعة دوران عمود المحور). وبالتالي سرعة دوران العجل (N wheel).

Zp: عدد أسنان ترس البنيون في مجموعة النقل النهائي.

Np: سرعة دوران ترس البنيون (او سرعة دوران عمود الإدارة).

(Np = No): نفس دوران العمود الرئيسي لصندوق التروس عند غيار معين.

نسبة النقل الكلية:

$$\mathrm{G}_{RT} = \mathrm{G}_{RG} * \mathrm{G}_{RF}$$

حيث ان:

GTR: نسبة النقل الكلية (total gear ratio).

GRF: نسبة النقل في مجموعة الادارة النهائية (final gear ratio).

GRG: نسبة التروس في صندوق التروس في غيار معين (Gea ratio gear box).

$$\boxed{GRT = \frac{\text{N engine}}{N\ wheel}}$$

حيث أن:

N: سرعة دوران المحرك (RPM).

Nw: سرعة دوران عجلات السيارة (RPM) وهي نفسها سرعة دوران عمود المحور المتصل بها.

حساب سرعة السيارة (V):

$$\boxed{V = \pi\ D * N_{whee}} \quad (km/hr)$$

حيث أن:

V: سرعة السيارة (km/hr).

: النسبة التقريبية.

D: قطر عجل السيارة الديناميكية (M).

Nw: سرعة دوران عجلات السيارة (RPM) هي نفسها سرعة دوران عمود المحور المتصل بالعجل.

مثال:

1. نسبة التروس في الغيار الثالث () = (1.5:1.0).
2. عدد أسنان ترس البنيون في مجموعة الادارة النهائية = 10 س (Zp).

3. عدد أسنان ترس الكرونة = 50 س (Zd).
4. قطر عجل السيارة الديناميكية = 0.5 متر (D).
5. سرعة المحرك = RPM 3750

المطلوب:

احسب سرعة السيارة اذا كانت تسير على السرعة الثالثة:

$$V = \pi \times DN_{wheel}$$

$$G_{RT} = \frac{N_{engine}}{N_w}$$

$$G_{RT} = G_{RG} * G_{RF}$$

$$G_{RF} = \frac{Z_c}{Z_p} = \frac{50}{10} = 5:1$$

$$G_{RT} = 1.5 * 5 = 7.5$$

$$G_{RT} = \frac{N}{N_w}$$

$$N_w = \frac{N}{G_{RT}} = \frac{3750}{7.5}$$

$$= 500\ RPM$$

$$V = \pi \times D.N_w$$

$$= \frac{22}{7} \times 0.5 \times 500$$

$$= 785.7 m/min$$

$$= \frac{785.7}{1000} \times \frac{1}{1/60} = \frac{785.7 \times 60}{1000}$$

$$= 47.14 km/hr$$

حساب عزم الادارة المنقولة الى العجلات T_w:

يمكن حساب عزم الادارة المنقولة الى العجلات بنفس الطريقة المعروفة في نسبة التروس.

$$\boxed{G_{RT} = \frac{T_{wheel}}{T_{engine}}}$$

حيث أن:

T_w: عزم الادارة المنقولة الى العجلات (N.m).

T: عزم ادارة المحرك (N.m).

نصف القطر الديناميكي بعجل السيارة (Dynamic Wheel Redius).

هو عبارة عن المسافة بين مركز محور العجل وسطح الطريق أثناء سير المركبة وتعتمد قيمة نصف القطر الديناميكي (r_{dyn}) للعجل على:

1. تحميل الاطار (الوزن الواقع عليه).
2. ضغط الهواء فيه.
3. القوة الطاردة المركزية التي تنشأ نتيجة الدوران.

وتكون قيم نصف القطر الديناميكي للاطارات المعطاه في جداول الاطارات محسوبة على اساس سرعة متوسطة مقدارها (60 كم/ساعة) وقوة التحمل القصوى وضغط الهواء المقرر بالمواصفات.

حساب قوة الجر للعجلات على سطح الطريق (Traction Force):

تحسب قوة الجر على سطح الطريق بتحديد كلا من عزم الادارة المنقول من عمود المحور الى العجل (T_w) وكذلك نصف القطر الديناميكي (r_{dyn}).

عزم الادارة = نصف القطر الديناميكي × قوة الجر

$$T_f = T_w / r_{dyn}$$

حيث:

T_f – قوة الجر (N)

مثال: ينتج محرك سيارة عزم دوران مقداره (277 N.m) عند سرعة دوران (4300 RPM) فإذا كانت نسب نقل السرعات الاربعة لصندوق التروس هي:

الأول: 1 : 3.85

الثاني: 1 : 2.2

الثالث: 1 :1.4

الرابع: 1 : 1

نسبة نقل مجموعة الادارة النهائية : 3.45:1

احسب ما يلي علما بأن نصف قطر الديناميكي للعجل (0.2 m).

1. نسب النقل الكلية عند الغيارات الاربعة (G_{RT}).
2. عزوم الدوران المنقولة الى العجلات في الغيارات الاربعة (T_W).
3. سرعة السيارة على الغيار الثاني.
4. قوة جر العجلات على السطح الطريق على الغيار الاول.
5. عزم الادارة على عمود البنيون في الغيار الثالث.

الحل:

1. $G = G_{RG} \times G_{RF}$

$$G_{RT1} = G_{RG1} \times G_{RF}$$

$$= 3.85 \times 3.45$$

$$= 13.28 : 1$$

$$G_{RT2} = G_{RG2} \times G_{RF}$$

$$= 2.2 \times 3.45$$

$$= 7.59 : 1$$

$$G_{RT2} = G_{RG3} \times G_{RF}$$

$$= 1.4 \times 3.45$$

$$= 4.85 : 1$$

$$G_{RT4} = 1 \times 3.45$$

$$= 3.45 : 1$$

2. $G_{RT} = T_W / T_{engine}$

$T_W = G_{RT} \times T_{engine}$

$T_{W1} = G_{RT1} \times T_{engine}$

$T_{W1} = 13.28 \times 277$

$= 3678.56 N.M$

$T_{W2} = G_{RT2} \times T$

$= 7.59 \times 277$

$= 2102.43 (N.M)$

$T_{W3} = G_{RT3} \times T$

$= 4.85 \times 277$

$= 1343.45 (N.M)$

$T_{W4} = G_{RT4} \times T$

$= 3.45 \times 277$

$= 955.65 (N.M)$

3. $V = \pi . DNW$

$$G_{RT2} = \frac{N}{N_W}$$

$N_W = N / G_{RT2}$

$N_W = 4300 / 7.59$

$= 566.5\ RPM$

$V_2 = \pi(0.2 \times 2) \times 566.5$

$= 711.5M/min$

$= 711.5/1000 \times 60$

$= 42.7\ km/hr$

4. قوة الجر للغيار الأول $= T_w/R$

$= 3678.5/0.2$

$= 18392.8\ (N)$

5. $\boxed{G_{R3} = T_0/T_{engine}}$

حيث: T_0 العزم الخارجي من الصندوق السرعات

T: نسبة النقل عند الغيار الثالث.

$T_0 = G_{R3} \times T$

$= 1.4 \times 277$

$= 387.8\ (N.M)$

خامساً: الأعمدة النصفية أو محاور العجلات

رأيت أن ناتج الحركة في مجموعة المسننات الفرقية يظهر في الحركة الدورانية للمسننات الجانبية في تلك المجموعة، وهذه المسننات وعددها اثنان (يميني وشمالي) مركبة على أعمدة أو محاور داخل قشرة المحور الخلفي، ومعشقة

معها بأسنان طولية تدعى الأعمدة النصفية، وترتبط المحاور عند أطرافها الأخرى بالعجلات، بوساطة فلنجة وبراغي خاصة.

وتدور المحاور بسرعة تعتمد على سرعة دوران كل مسنن جانبي في مجموعة المسننات الفرقية وبسبب حالة سير السيارة (في خط مستقيم أو دوران) كما لاحظت سابقاً، ونظراً لأن العجلات مرتبطة مباشرة بالمحاور، فإنها تدور بسرعة المحاور نفسها.

وهناك أنواع من الأعمدة النصفية تختلف باختلاف طريقة دعمها وتركيبها في المحور الخلفي، وتصنف عادةً الى الأنواع الآتية:

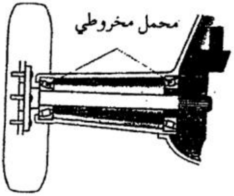
- المحاور شبه الطافية أو نصف الطافية.
- المحاور ثلاثة أرباع الطافية.
- المحاور الطافية تماماً.

1. المحاور شبه الطافية (نصف طافية):

تكون المحاور شبه الطافية مرتكزة ومدعمة عند طرفها الداخلي المعشق مع المسننات الفرقية الجانبية بوساطة كراسي تحميل (بيل) مسلوبة داخل غلاف أو قشرة المحور الخلفي، وهذه الكراسي تحمل أيضاً حمالة المسننات الفرقية في مجموعة النقل النهائي،، وتكون هذه المحاور مرتكزة عند طرفها الآخر (الخارجي الذي يحمل العجلات) بوساطة كراسي تحميل آخر يركب بين العمود والسطح الداخلي لقشرة المحور الخلفي.

ويتحمل هذا النوع من الاعمدة أحمال الانحناء الناتجة من وزن السيارة وسيرها وعزمه.

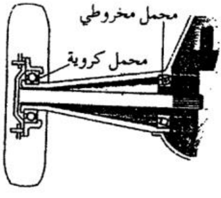
ويبين الشكل (8 – 20) محوراً من النوع شبه الطافي وطريقة تركيبه في المحور الخلفي.



الشكل (8 – 20) المحور شبه الطافي

2. المحاور ثلاثة أرباع الطافية:

يرتكز المحور من النوع ثلاثة أرباع الطافية عند طرفه الداخلي على محمل مخروطي كما في المحور شبه الطافي، وهذا المحمل يحمل أيضاً مجموعة المسننات الفرقية، ولكنه عند طرفه الخارجي يكون متصلاً بفلنجة أو صرة العجل التي تحمل على محمل كروي ويكون هذا المحمل مركباً بين صرة العجل هذه وغلاف المحور الخلفي، ويبين الشكل (8 – 21) محوراً من النوع ثلاثة ارباع الطافية.

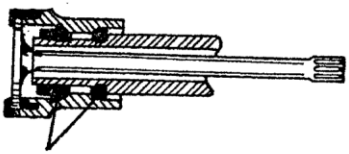


الشكل (8 – 21) المحور ثلاثة أرباع الطافي

ويتعرض هذا النوع من المحاور لأحمال انحناء نتيجة القوة الحاصلة في حالة الدوران فقط.

3. المحاور الطافية تماماً:

يستخدم زوج من المحامل الكروية في هذا النوع من المحاور بين صرة العجل وغلاف المحور الخلفي، ويتحمل هذا الزوج من المحامل وزن السيارة والقوى الناتجة في حالة الدوران، ونادراً ما يستخدم هذا التصميم في السيارات الصغيرة والمركبات الخفيفة، لماذ؟ ويبين الشكل (8 – 22) محوراً من النوع الطافي تماماً.



الشكل (8 – 22) محور طافٍ تماماً

الاجهادات التي تتعرض لها أعمدة المحازر:

أ) **المحور الشبه الطافي**: تتعرض المحاور شبه الطافية (نصف طافي) للاجهادت الناتجة عما يأتي:

1. قوى الأنحناء في المستوى الرأسي والناجمة عن تحمل العمود ولما يقع من وزن السيارة وحمولتها.
2. قوى الأنحناء في المستوى الأفقي (الجانبي) الناجمة عن الدوران على المنعطفات.

3. قوى اللي الناجمة عن نقل العمود لعزم الادارة الى العجلات.

وتكون أضعف نقطة في هذا العمود وهي الجزء الواقع بين الحمل وصرة العجل، واذا حدث كسر في هذا الجزء فستنفصل الصرة وطارة الفرامل مع العجل نفسه عن السيارة، ولهذا السبب لا تستعمل المحاور نصف طافية في السيارات الثقيلة المخصصة للنقل، ولكنها تستعمل في سيارات الركوب الصغيرة.

- مميزات المحور نصف الطافي:

1. خفة الوزن.
2. انخفاض الكلفة.

ب) محور ثلاث ارباع طافي:

يتحمل عمود المحور في هذا التصميم جزء بسيط من وزن السيارة، أما غلاف العمود فيتحمل الجزء الأكبر من الوزن.

أما الأجهادات التي يتعرض لها عمود المحور ثلاث أرباع طافي فهي:

1. قوى الأنحناء الجانبية الناجمة عن الإنعطاف على المنحنيات.
2. القوى اللي الناجمة عن نقل العمود لعزم الادارة الى العجلات.

يعتبر تصميم المحور ثلاث ارباع طافي حلا وسطا بين النصف طافي والطافي الكامل. يستعمل هذا النوع من المحاور لسيارات الركاب وكذلك لمركبات النقل الخفيفة.

ج) محور طافي كامل:

يعتبر هذا النوع من المحاور الأكثر أماناً من باقي التصاميم، وهو يستعمل حالياً بشكل واسع في مركبات النقل.

ويعتبر هذا النوع النوع من المحاور الأكثر كلفة من باقي الأنواع.

مميزات المحاور الطافي كلياً:

1. يرفع هذا التصميم وزن السيارة عن كاهل عمود المحور بشكل كامل.
2. لا يتأثر بقوى الانحناء الناجمة عن الانعطاف.
3. يتحمل عمود المحور قوى اللي الناجمة عن نقله لعزم الادارة الى العجلات فقط.

ويتميز هذا النوع من المحاور أنه بالإمكان فك عمود المحور وتركيبه دون الحاجة الى فك العجلات.

وفي حالة وجود كسر لعمود المحور لمركبة محمله يمكن فك العمود المكسور وتغيره دون الحاجة الى تفريغ حمولة المركبة ورفعها على الجكات.

أسئلة الوحدة الثامنة

السؤال الأول: عدد الأجزاء الرئيسة المكونة لمجموعة النقل النهائي

السؤال الثاني: علل ما يأتي:

أ) استخدام مسننات مخروطية في مجموعة المسننات التفاضلية

ب) تشابه المسننات الفرقية والمخروطية وتماثلها

السؤال الثالث: اشرح طريقة عمل المسننات التفاضلية في المحور الخلفي في حالة:

أ) السير المستقيم

ب) الدوران لليمين

ج) الدوران لليسار

وضح ذلك بالرسم.

السؤال الرابع: ما هي أهمية

أ) الخلوص الخلفي بين مسنني البنيون والكرونا

ب) مساحة التعشيق بين مسنني البنيون والكرونا

السؤال الخامس: ضع دائرة حول الجواب الصحيح

1) الهدف من مجموعة المسننات التفاضلية هو:

أ) زيادة العزم مع تقليل السرعة

ب) تحويل الحركة الطولية الدائرية لعمود الدفع الى عرضه بزاوية قائمة

ج) أ + ب

د) تقليل العزم عند زيادة السرعة

2) إذا دار العجل الداخلي 50 دورة /دقيقة ودار العجل الخارجي 100 دورة/الدقيقة، وذلك حسب منحنى الدوران فإن المسنن التاجي يدور بسرعة:

أ) 75 دورة/دقيقة
ب) 80 دورة/دقيقة
ج) 90 دورة/دقيقة
د) 100 دورة/دقيقة

3) عندما يكون نقطة تعشيقة مسنن البنيون والمسنن التاجي ذات مستوى منخفض عن مركز المسنن التاجي تسمى هذه التعشيقة تعشيقة:

أ) حلزونية
ب) مخروطية
ج) هايبويد
د) لا شيء مما ذكر

4) المحاور شبه الطافية تستخدم لتحمل:

أ) إنحناء الاحمال الناتجة عن وزن السيارة
ب) الانحناء الناتج عن دوران السيارة
ج) أ + ب
د) الانحناء الجانبي الناتج عن سرعة السيارة

5) ترتكز المحاور الطافية كليا على:

أ) محمل كروي
ب) محمل ابري
ج) زوج محامل كروية
د) زوج محامل ابري

الوحدة التاسعة

نظام التعليق في المركبات

Suspension System

الوحدة التاسعة

نظام التعليق في المركبات

تتعرض المركبة اثناء المسير على الطريق الوعرة وعند الفرملة والتسارع الى اهتزازات وحركة في اتجاه محاورها الرئيسة الثلاث وهي:

1. المحور الطولي.
2. المحور العمودي.
3. المحور العرضي.

وهذا يؤدي الى الحاق الضرر في جسم المركبة، وصعوبة في القيادة والتوجيه وعدم راحة الركاب، ولتجنب ذلك صممت انظمة التعليق للمركبات لتؤدي الوظائف الأتية:

1. ضمان تلامس ثابت قدر الإمكان بين العجلات والطريق.
2. تخفيض أثر الصدمات الناتجة عن الطريق، وتلقيها ثم تحويها الى اهتزازت.
3. امتصاص الإهتزازات والذبذبات في المركبة الى ان تصل حالة السكون.
4. المحافظة على أجزاء السيارة من التلف.

أنواع انظمة التعليق:

يوجد نوعان من انظمة التعليق:

1. التعليق المستقل.
2. التعليق الغير مستقل.

التعليق الأمامي المستقل:

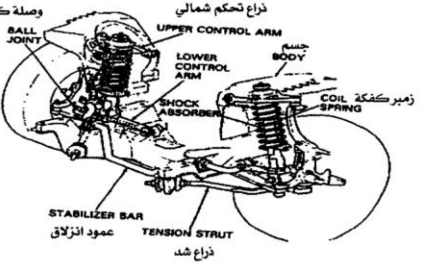
يسمح هذا النظام للعجلات الامامية بالحركة للأعلى وللأسفل، وامتصاص صدمات الطريق، ويسمح ايضاً للعجلات بالتوجيه من جهة الى اخرى

عند الانعطاف، وتستعمل الزنبركات الحلزونية والورقية وعمود اللي ورداع الارتجاج بطرائق مختلفة لتشكل التعليق الامامي، وهذه الطرائق هي:

1. زنبرك حلزوني على ذراع التحكم السفلي:

يكون الزنبرك بين ذراع التحكم السفلي وذراع التحكم العلوي، ويوجد داخل الزنبرك رادع ارتجاج، ويرتكز ذراع التحكم السفلي من الداخل على محور اطار السيارة بوساطة محور وجلب مطاطية ، لذلك تتأرجح للأعلى والأسفل عند الضرورة، وتثبت النهاية الخارجية مع محور توجيه العجل بوساطة وصلة كرة.

وتتصل بالمحور نقطتان بوساطة محور وجلب مطاطية مع اطار المركبة وهذا ينمع النهاية الخارجية لذراع التحكم من الأرجحة الى الأمام والخلف عند الفرملة أو اهتزاز العجلات الشكل (9– 1).



الشكل (9 – 1)

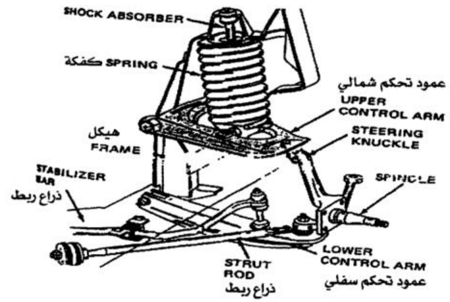
يستعمل عمود التوازن في التعليق الأمامي، لمنع تمايل المركبة عند الانعطاف أو اهتزاز احدى العجلات اذ يثبت عرضياً على مقدمة اطار المركبة وتثبيت نهاية بأذرع التحكم السفلي.

2. زنبرك حلوزني على ذراع التحكم العلوي:

يكون الزنبرك الحلزوني بين ذراع التحكم العلوي وهيكل السيارة، ويوجد داخل الزنبرك رداع الارتجاج، فينضغط الزنبرك ويتمدد حسب حركة العجلات للأعلى وللأسفل نتيجة ارتطامه بالمطبات في الطريق.

ويثبت في نهايته الخارجية مع اطار المركبة لمنع النهاية الخارجية من الأرجحة للأمام والخلف عند الفرملة والاهتزاز.

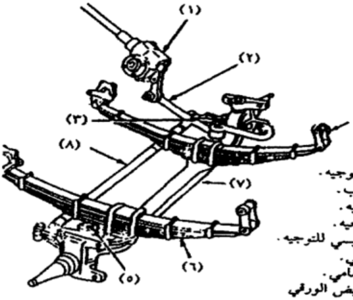
كما هو مبين في الشكل (9– 2):



الشكل (9– 2)

3. التعليق بالزنبركات الورقية (تعليق غير مستقل):

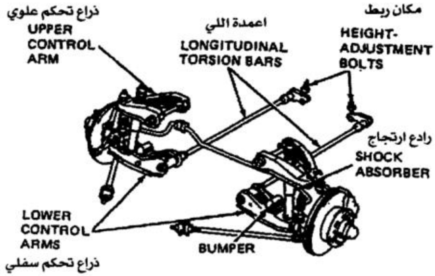
يستعمل التعليق بالزنبركات الورقية في التعليق غير المستقل الامامي والخلفي ومن الضروري استعمال روادع الارتجاج عند التعليق بالنوابض الورقية الشكل (9 – 3).



الشكل (9 – 3)

4. التعليق بعمود اللي:

تستعمل اعمدة اللي في التعليق الامامي المستقل مع رادع الارتجاج وتكون طولية أو عرضية بالنسبة لإطار المركبة، وتثبيت نهاية كل عمود بذراع التحكم السفلي والطرف الآخر في مكان خاص في جسم المركبة الشكل (9 – 4) عندما يتحرك ذراع التحكم للأعلى والاسفل، يلتوي عمود اللي بزواية محددة، وبتأثير المرونة المخزونة في عمود اللي، يحاول الرجوع الى حالته الطبيعية، وهذا يؤدي الى امتصاص الإهتزازت بمساعدة رادع الارتجاج، وتقليل تأثيرها على السيارة.



الشكل (9 – 4)

5. نظام تعليق ماكفرسون:

يكثر استخدامه في التعليق الامامي والخلفي، ويتكون من ثلاثة اجزاء رئيسة هي:

أ. زنبرك حلزوني.

ب. رداع ارتجاج.

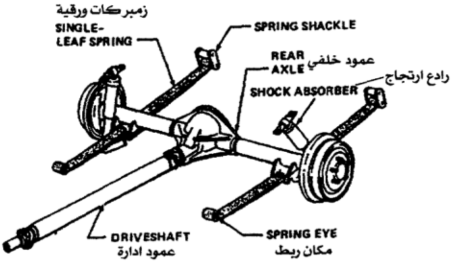
ج. انبوبة رداع الارتجاج.

التعليق الخلفي:

بالإضافة الى الزنبركات الورقية، تستعمل ايضاً الزنبركات الحلزونية في التعليق الخلفي مع رادع الارتجاج وبعض الوصلات والاعمدة لمنع أرجحة العجلات للامام والخلف عند الفرملة أو الاصطدام بالمطبات اثناء المسير.

1. التعليق بالزنبركات الورقية:

تستعمل الزنبركات الورقية في التعليق الخلفي غير المستقل مع روادع الارتجاج، وتثبت عين الزنبرك الامامية بحمالة في هيكل اطار المركبة بواسطة مسمار (برغي) وجلب مطاطية ، اما النهاية الخلفية للزنبرك فتثبت عن طريق عين الزنبرك لتسهيل تغيير طول الزنبرك حيث حركته للأعلى والاسفل نتيجة اهتزاز العجلات والاحمال المختلفة، ويوضح الشكل (9 – 5) تعليقاً خلفياً بالزنبركات الورقية، ويستخدم الشكال في الجهة الخلفية من الزنبرك ويحتوي على جلب مطاطية لمنع تأثير الذبذبات في جسم المركبة.

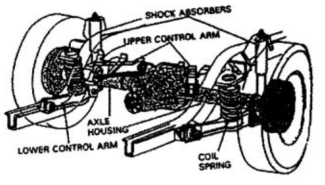


الشكل (9 – 5)

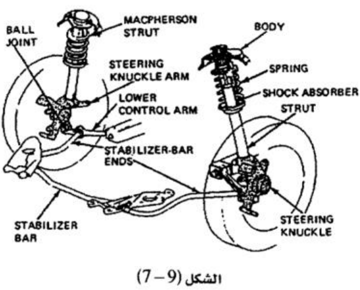
2. التعليق بالزنبركات الحلزونية:

يوجد زنبرك حلزوني ورادع ارتجاج لكل عجل، ويسمح للعجلات الخلفية بالحركة للاعلى والاسفل ويتمدد وينضغط الزنبرك تبعاً لطبيعة الطريق ولا يسمح بالتوجه من جهة الى اخرى او الارجحة للامام والخلف كما في الشكل (9 – 6) ويرتكز الزنبرك من الاعلى على قاعدة خاصة في إطار المركبة او هيكلها، ومن الاسفل يرتكز على ذراع تحكم او على المحور الخلفي،

ويستخدم ايضاً في التعليق الخلفي نظام تعليق ماكفرسون، ويركب بالطريقة نفسها كما في التعليق الامامي كما هو موضح في الشكل(9 – 7).



الشكل (9 – 6)

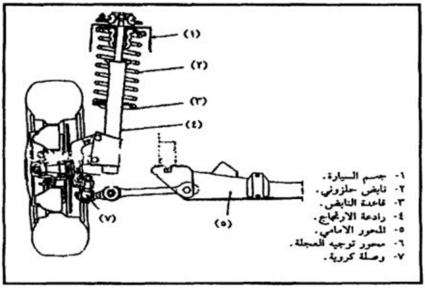


الشكل (9 – 7)

نظام تعليق فاكفرسون:

يستعمل نظام تعليق ماكفرسوم في التعليق والامامي والخلفي ويقتصر على التعليق المستقل، ويتكون من زنبرك حلزوني ورادع ارتجاج واسطوانة خارجية يوضح داخلها رداع ارتجاج كما هو موضح في الشكل (9 – 8)، في نظام التعليق هذا لا يستعمل ذراع تحكم علوي، لذلك ترتكز النهاية العلوية للنظام على هيكل المركبة بوساطة قاعدة تحتوي على محمل (كرسي) محور لتسهيل الحركة عند

الاستدارة حيث يدور النظام كاملاً مع العجل ويرتكز الزنبرك الحلزوني من الاسفل على قاعدة في الاسطوانة الخارجية، اما الاسطوانة فتثبت مع محور توجيه العجل من الاسفل، وعند تعرض العجل لارتفاع او انخفاض في الطريق ينضغط، ويتمدد الزنبرك الحلزوني ليسمح للعجل بالحركة للاعلى والاسفل.



الشكل (9– 8)

التعليق الهيدروليكي الآلي:

يكون الزنبرك ورادع الارتجاج في هذا النوع من التعليق وحدة كاملة، ويتركب الزنبرك من سائل ومواد مطاطية مرنة كما في الشكل (9 – 9).



الشكل (9– 9)

يتكون السائل من الماء والكحول بنسبة 50٪ لكل منها مع إضافة كمية صغيرة من سائل مقاوم للصدأ من أجل إطالة عمر الأجزاء المعدنية ويحول هذا السائل ايضاً دون اية صعوبات في العمل عند ظروف الحرارة غير العادية، يمكن أن يعمل الزنبرك المفرد دون ان يكون متصلاً مع بقية الزنبركات، إلا أن الزنبركات على جانبي المركبة تكون متصلة مع بعضها البعض، حتى يمكن التوصل الى زيادة كمية السائل وبالتالي الوصول الى مقدرة تشغيل اعلى، فعند اهتزاز احدى العجلات الأمامية ينتقل جزء من الضغط الهيدروليكي الى الخلف ليجعل التعليق اكثر صلابة.

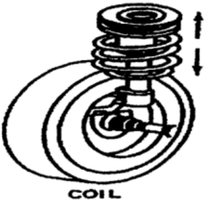
يكون تأثير هذه الزنبركات في البداية منخفض نسبياً، ثم يصبح اكثر صلابة مع ازدياد المسافة المقطوعة مما يقلل الاهتزازات والميل الجانبي غير المرغوب فيه، اما المنع الكلي للاهتزازت والارجحة فهو من وظائف قضيب الالتواء المركب في الجزء الخلفي من الاطار.

انواع الزنبركات المستخدمة في أنظمة التعليق:

تقوم الزنبركات بحماية جسم المركبة ومكوناتها من الصدمات والاهتزازات القوية التي تتعرض لها المركبة، وتصنع من الفولاذ النابضي وعادة من سيليكات المنغنيز او من الحديد (كروم فانديوم) **وهذه الأنواع هي:**

1. الزنبرك الحلزوني Coil Spring:

يستخدم هذا النوع من النوابض بصورة اساسية في نظام التعليق المستقل، نظراً لصغر الحيز اللازم، ويمتاز هذا النوع بحسن استخدام معدنه، وخفة وزنة، كما يسمح للفراغ الداخلي امكانية تركيب رداع ارتجاج فية كما هو موضح في الشكل (10 – 9).



الشكل (9– 10)

2. الزنبرك الورقي Leaf Spring:

يوجد نوعين رئيسين هما:

أ. الزنبرك الورقي المفرد.

ب. الزنبرك الورقي المتعدد.

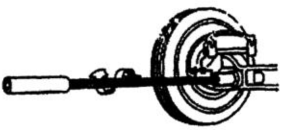
النوع المتعدد يتكون من عدة زنبركات ورقية متفاوتة الاطول، ومثبتة مع بعضها البعض بشكالات (كلبسة) وتقوم الزنبركات الورقية بعملها بامتصاص صدمة الطريق عندما تنحني. الشكل (9 – 11) يبين هذا النوع.



الشكل (9 – 11)

3. عمود اللي Torsion Bar:

عمود اللي هو عبارة عن قضيب مستقيم من الفولاذ الزنبركي قاسي، مثبت من طرفه بهيكل المركبة أو جسمها، والطرف الآخر مثبت من ذراع التحكم العلوي أو السفلي، ويستعمل نابض اللي بدل النابض الحلزوني او الورقي. ويوفر بمقاومتة الالتواء المرونة الكافية لامتصاص ذبذبة حركة المركبة للاعلى وللاسفل عند سيرها في الطرق المختلفة الشكل (9– 12).



TORSION BAR
عمود اللي
الشكل (9– 12)

4. الزنبركات الهوائية Air Springs:

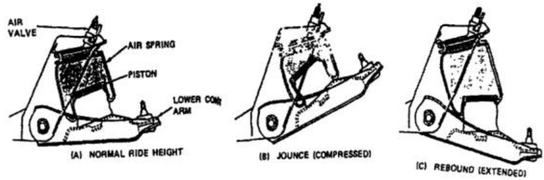
الزنبركات الهوائية عبارة عن اسطونة مطاطية أو حقيبة هوائية مملوئة بالهواء المضغوط، ويوجد مكبس بلاستيكي على ذراع التحكم السفلي يتحرك للاعلى والاسفل مع ذراع التحكم السفلي الشكل (9 – 13).



AIR زنبركات هوائية
Types of springs used in automotive suspension

الشكل (9– 13)

وهذا يسبب بان يعمل الهواء المضغوط عمل الزنبرك، اذا تغير الحمل في المركبة يفتح الصمام الموجود في اعلى المخدة الهوائية لاضافة هواء جديد أو تفريغ هواء من المخدة، ويكون الصمام موصول بضاغطة الهواء للمحافظة على المخدة مفتوحة يبين الشكل (9 – 14) حلات عمل المخدة الهوائية.



الشكل (9 – 14)

ومن الانظمة الهوائية المستخدمة:

1. نظام النابض الهوائي المفتوح.
2. نظام النابض الهوائي شبه المغلق.

النظام الهوائي المفتوح يستخدم في الشاحنات والمقطورات والحافلات، وفيه يخرج الهواء العائد من المنفاخ النابضي الى الجو عبر صمامات تنظيم الضغط. ويستخدم ضاغط الهواء الذي يغذي نظام الفرامل الهوائي في الشاحنات لتغذية التعليق الهوائي.

أما النظام الهوائي شبه المغلق، فهو يستخدم في سيارت ركوب الاشخاص ذات الكفاءة العالية يستخدم ضاغط هواء يدار من قبل المحرك ويحتاج الى قدرة في حدود 0,75 كيلو واط او بوساطة الطاقة الكهربائية. كما يستخدم خزان للهواء وصمام لتنظيم الضغط، ومنافيخ النوابض الهوائية مصنوعة من مطاط ذو بطانة من نسيج النايلون.

وترتبط منافيخ النوابض الهوائية في المحور الخلفي مع بعضها البعض بوصلة، بحيث يحدث بينهم تعادل للضغط دائماً.

روادع الارتجاج Shock Absorber:

يسمى ايضاً كاتم الاهتزازات الهيدروليكي (Hydraulic Damper).

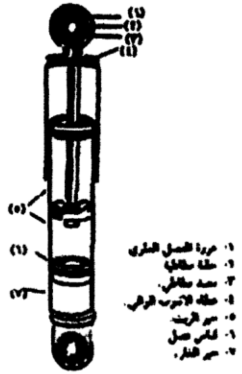
تتعرض عجلات المركبة في اثناء سيرها على الطرق كثيرة النتوءات الى اهتزازات وذبذبات تجعل ركوب السيارة غير مريح وتزيد صعوبة التحكم وقيادة السيارة، لذلك يستعمل رداع الارتجاج حيث يضمن الرجوع التدريجي الى حالته الطبيعية بعد الانضغاط او التمدد، ويخفف انضغاط وارتداد النوابض بسرعة، مما يساعد على اطالة مدة الذبذبة، وتقليل تأثيرها في جسم المركبة، وتتلخص وظيفة روداع الارتجاج فيما يأتي:

1. العمل على سرعة تضاؤل اهتزاز جسم المركبة.
2. انقاص اهتزاز العجلات حتى لا ينقطع اتصال مسار القوة المحركة مع طريق السير لضمان محافظة السيارة على استقرار اتجاهها والقدرة على فرملتها.

يستعمل حديثاً روادع ارتجاج تلوسكوبية، وتقسم الى قسمين رئيسين:

1. روادع الارتجاج احادية التأثير.
2. روادع ارتجاج مزدوجة التأثير.

روادع الارتجاج احادية التأثير الشكل (9 – 15):

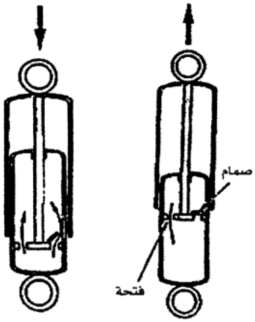


رادع ارتجاج احادي التأثير

الشكل (9– 15)

ينزلق مكبس داخل جزء من اسطونة سميكة الجدار مصنوعة بدقة عالية، ويملأ هذا الجزء بالزيت، والجزأ الاخر فيملأ بالغاز المضغوط، ويوجد بين الجزأين مكبس يعمل على فصل الزيت عن الغاز، يتحرك المكبس داخل الاسطونة بواسطة ذراع متصل به من جهة والجهة الأخرى للذراع تتصل مع غطاء واق من الاتربة والاوساخ او مسنن تثبت الذراع من الأعلى يوجد نوع آخر من روادع الارتجاج الاحادية التأثير اذا يوجد زيت فقط داخل الاسطونة، وفي اثناء السحب يغلق صمام المكبس، فتزداد مقاومة مرور الزيت من اعلى المكبس الى الاسفل اثناء استطالة رادع الارتجاج.

كما هو مبين في الشكل (9 – 16) وفي اثناء انضغاط رادع الارتجاج يتحرك المكبس بتأثير ضغط الزيت اسفل المكبس، فيمر الزيت خلال صمام المكبس الى اعلى فتقل مقاومة رادع الارتجاج.

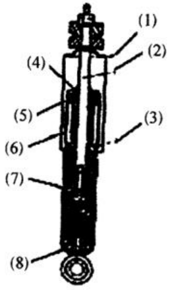


الشكل (9 – 16)

روادع ارتجاج مزدوجة التأثير:

يتكون رداع الارتجاج من اسطونة خارجية واخرى داخلية، ومكبس وذراع مكبس وفي بعض التصاميم، هناك غطاء واق من الاتربة والاوساخ، وكما يحتوي رادع الارتجاج على مجموعة من الصمامات في المكبس وفي الجزء السفلي من الاسطونة الداخلية للسيطرة على حركة الزيت داخل الرادع، وعندما يكون رادع الارتجاج في حالة السكون حيث تكون السيارة عند ارتفاعها الطبيعي، تكون الاسطونة الداخلية (انبوبة الضغط) مملؤة بالزيت تماماً، اما الاسطونة الخارجية انبوبة الخزان فتكون مملوءة جزئياً بالزيت ويكون المكبس في منتصف المسافة داخل الاسطونة الداخلية ليسمح بالحركة للاعلى او للاسفل.

كما هو مبين في الشكل (9 – 17):



1. واقية غبار
2. ذراع المكبس
3. الزيت
4. مانعة تسرب الزيت
5. سدادة
6. انبوب الخزن
7. صمام المكبس
8. صمام القاعدة

الشكل (9 – 17)

وفي اثناء انضغاط الزنبرك الحلزوني، يتحرك المكبس وذراعة الى الاسفل داخل الاسطونة الداخلية ويندفع الزيت المحصور من خلال صمام المكبس الى الفراغ في أعلى الاسطونة، وفي الوقت نفسه سوف يحل ذراع المكبس محل جزء من الزيت، فيجبر الزيت لهذا السبب على التسرب الى الاسطونة الخارجية من خلال القاعدة. كما هو موضح في الشكل (9 – 18)، وتكون الصمامات منظمة لتبدي مقاومة محسوبة لحركة جريان الزيت ومع ان الزيت يمر خلال الصمامات بسهولة عند انضغاط الرادع ببطء، فإن أية زيادة في سرعة الانضغاط سوف تسبب مقاومة هذه الصمامات لهذا فأن رداع الارتجاج سوف يوائم اية حركة سريعة أو قوية.



الشكل (9 – 18)

وفي حالة استطالة رادع الارتجاج، وعندما يتمدد الزنبرك يجبر المكبس على الحركة الى الاعلى داخل الاسطوانة الداخلية، فيتسرب الزيت المحصور في اعلى الاسطوانة الى الاسفل من خلال صمام لآخر للتعويض من الحيز الذي كان يشغله ذراع المكبس ، فان زيتاً اضافياً سوف يسحب من انبوبة الخزان من خلال صمام القاعدة كما هو موضح في الشكل (9 – 19).

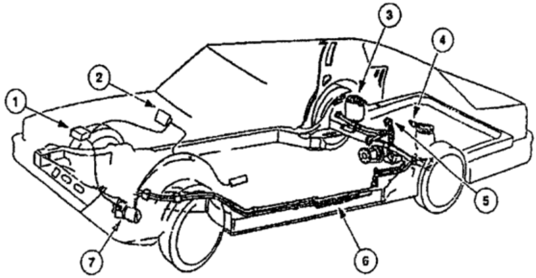


الشكل (9 – 19)

نظام التعليق الإلكتروني. (Electronic Suspension System):

أنظمة التعليق لتسوية الحمل الخلفي

(Rear Load-Leveling Suspension System)



الشكل (9 – 20)

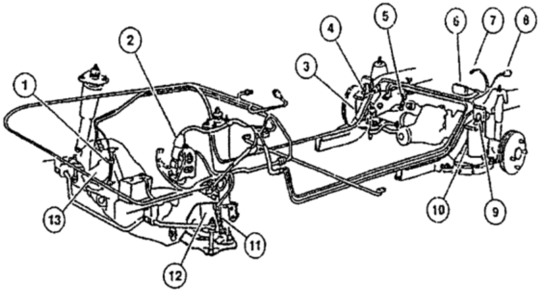
.1	مبدل الكمبريصة	.5	مجس التعليق الهوائي
.2	وحدة التحكم	.6	خطوط الهواء
.3	الزنبرك الهوائي	.7	مجموعة الكمبريصة المجفف
.4	صمام الزنبرك الهوائي		

إن نظام التعليق لتسوية الحمل عبارة عن نظام كمبيوتر يتحكم في تعليق هوائي، حيث يقوم النظام بالمحافظة على ارتفاع معين للسيارة من الخلف بغض النظر عن الحمل الخلفي، حيث يقوم بتعديل كمية الهواء داخل الزنبركات الهوائية، كما هو بالشكل (9 – 20).

كذلك فإن وجود زنبرك هوائي يؤدي إلى تحسين ونعومة في نظام التعليق. يتكون هذا النظام من مضخة هواء، ووحدة كمبيوتر، وزنبرك هوائي عدد 2 خلفي خطوط هواء، ومجس ارتفاع خلفي، وصمام هواء وصمام تنفيس.

نظام التعليق الهوائي لأربعة عجلات.

.(Wheel Air Suspension System)



الشكل (9 – 21)

.1	مجس الارتفاع	.8	مفتاح تشغيل
.2	كمبريصة الهواء	.9	سولونويد طابة الهواء
.3	زنبرك هواءي خلفي	.10	طابة هواء خلفية
.4	سولونويد الزنبر كالهوائي	.11	مجس ارتفاع
.5	مجس الارتفاع	.12	طابة هواء أمامية
.6	وحدة كمبيتور	.13	طابة هواء أمامية
.7	وصلة تشخيص الأعطال		

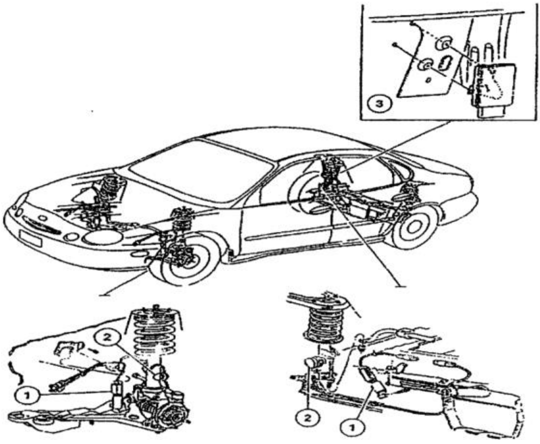
إن نظام التعليق ذو الأربعة عجلات عبارة عن نظام متطور يتم التحكم به بواسطة كمبيوتر من أجل تحسين القيادة والركوب وفعالية السيارة. كما هو موضح بالشكل (9 – 21).

يساعد هذا النظام على سهولة القيادة وذلك عن طريق المحافظة على ارتفاع ثابت للسيارة. كذلك تحسين ركوب السيارة بسبب وجود حامي الصدمات من هواء (طابة الهواء).

يتكون من طابات هواء، وكمبيوتر، وكمبريصة. وصمام هواء، ومجسات هواء وماصات للصدمة هوائية.

يقوم الكمبيوتر بتوجيه الأوامر بتغيير ارتفاع السيارة حسب الحمل الواقع على السيارة، يقوم النظام بتعديل الارتفاع بشكل اتوماتيكي حيث يتم الحصول على توزان بين الحمل الأمامي والخلفي، في بعض الأنظمة يقوم نظام التعليق برفع السيارة أو خفضها لتسهيل عملية ركوب السيارة ولزيادة ارتفاع السيارة عن الارض وتسهيل حركتها وتوفير الوقود.

نظام التعليق للتحكم براحة الركوب
:(Ride Control SUSPENSION)



ltem Description
1. Height Sensors
2. Electronic Actuators
3. Ride Control Module

1. مجس الارتفاع
2. المنفذ الكهربائي
3. الكمبيوتر

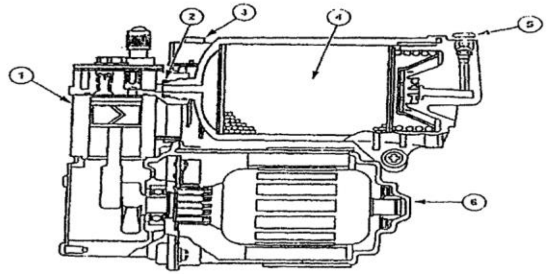
عبارة عن أنظمة تعليق عادية مع وجود أنظمة خاصة للصدمة قابلة للمعايرة والتعديل حسب الصدمة، حيث تتغير قوة امتصاص الصدمة بواسطة سولونويد الكتروني موجود داخل ماص الصدمة.

يتم التحكم في واقيات الصدمة بواسطة كمبيوتر مستقل يقوم الكمبيوتر باستخدام إشارت مختلفة يقرر على أساسها زيادة شدة وصلابة ماص الصدمة أو تقليل الصلابة وزيادة النعومة حسب ظروف ومعطيات معينة مثل السرعة ونعومة الطريق وارتفاع السيارة.

يتم زيادة صلابة ماصات الصدمة في الفرملة المفاجئة وزيادة السرعة، والسرعات العالية ، وأثناء المسير على طريق رطبة.

أجزاء نظام التعليق الإلكتروني

Electronic Suspension System:Component & Function



الشكل (9– 22)

1. كمبريصة الهواء
2. حافظة مطاطية
3. سولونويد الكمبيرصة
4. المجفف
5. غطاء القفل
6. سولونويد الكمبيرصة

مجموعة كمبريصة الهواء (Air Compressor Assembly):

تتكون من الكمبريصة، وسولونويد التنفيس، وصمام حماية داخلي، ومجفف للهواء، كما هو بالشكل (9– 22). الكبريصة عبارة عن اسطوانة واحدة يتم تشغيلها بواسطة موتور، تقوم بتزويد نظام التعليق الهوائي بالهواء المناسب. يتم تشغيل الكمبريصة بواسطة مبدل كهربائي ويتم التحكم في المبدل بواسطة كمبيوتر خاص بالنظام.

يقوم صمام التأمين بإخراج الهواء الزائد إذا ارتفع ضغط الهواء عن درجة معينة، يركب المجفف على محرك الهواء، حيث يتم ضغط الهواء خلال المجفف لإزالة الرطوبة منه، ويحتوي المجفف على مادة من معجون السيليكا تمتص الرطوبة من الهواء، يمكن استبدال المجفف بشكل مستقل عن الكمبريصة ولا يخضع لنظام الصيانة الدورية.

كما يوجد دائرة موتور الكمبريصة قاطع كهربائي حراري يقوم بفصل التيار في حال زيادة حرارة موتور الكمبريصة، ويعود القاطع إلى وصل الدائرة اتوماتيكياً عندما تنخفض حرارة الموتور.

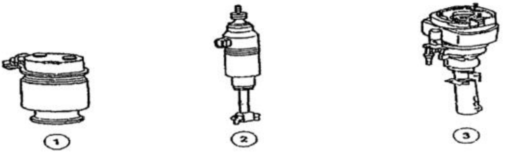
صمام سولونويد التنفيس Solenoid Vent Valve:

يقع هذا الصمام على رأس الكمبريصة ويقع ضمن الموتور، حيث يتم تشغيله بواسطة الكمبيوتر ليقوم بتنفيس الهواء من الكمبريصة بناءً على أوامر الكمبيوتر يقوم الصمام بالتعاون مع صمامات الهواء الاخرى بضمان مخرج الهواء من طبلات الهواء الى الكممبريصة ثم الهواء الخارجي.

إذا حصل عطل في هذا الصمام يجب استبدال الكمبريصة كاملة.

الزنبرك الهوائي (طبلة الهواء)، ماص الصدمات وقاعدة الزنبرك:

Air Spring Shocks And Struts



شكل (9 – 23)

1. زنبرك (طبلة) هواء
2. ماص صدمة هوائي
3. زنبرك وقاعدة هوائية

الزنبرك أو الطبلة الهوائية عبارة عن بالون هوائي كما هو موضح بالشكل (9 – 23) يقوم بالانفتاح عند تعبئة بالهواء، حيث يقوم بدفع جزء من السيارة عند ضغط الهواء داخله وينخفض عند تنفيس الهواء منه.

يقوم الكمبيوتر بتنظيم ضخ الهواء الى الطبلة أو تنفيس الهواء منها حسب القرار بزيادة ارتفاع السيارة أو خفضها. أما ماص الصدمة والقاعدة فلها نفس المبدأ من حيث زيادة الارتفاع عند ضخ الهواء إليها وخفض الارتفاع عند تنفيس الهواء منها، وكذلك تزداد صلابتها إذا زاد الهواء فيها أو تقل الصلابة وتصبح ناعمة إذا تم خفض ضغط الهواء فيها.

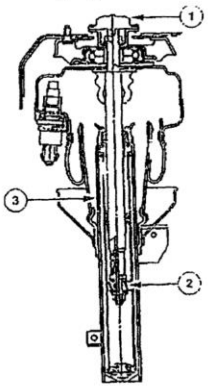
خطوط الهواء Air Lines:

تتكون خطوط الهواء من مادة النايلون وتقوم بتوزيع الهواء من الكمبريصة إلى مختلف أجزاء النظام مثل طبلات الهواء وماصات الصدمة الهوائية. يتم

تركيب هذه الأنابيب بواسطة وصلات وصل سريع يعتمد عدد الأنابيب على تصميم ودرجة تعقيد نظام التعليق الهوائي المتبع في السيارة.

ماص الصدمات القابل للتعديل:

Adjustable Damping Shocks & Struts:



شكل (9 – 24)

1. مجموعة الصمام الدوراني الكهربائي
2. صمام الصدمة
3. مجموعة قاعدة ماص الصدمة

يعمل ماص الصدمة المبين بالشكل (9 – 24) والقاعدة متغيرة الارتفاع بنفس الطريقة، يوجد اختلاف فقط في ان ماص الصدمة يحل محل أجهزة امتصاص الصدمة العادية وتقوم القاعدة الهوائية متغيرة الارتفاع مكان القاعدة الثابتة.

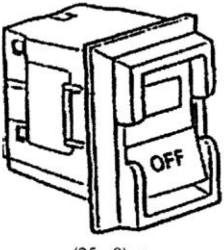
يوجد داخل ماص الصدمة والقاعدة صمام ميكانيكي يقوم بالتحويل من حالة الصلابة إلى الليونة، ويقوم الكمبيوتر بالتحكم في هذا الصمام كهربائياً. عند الحاجة إلى أجهزة امتصاص للصدمة صلبة يتم زيادة كمية الهواء وعند الحاجة الى إعطاء درجة ليونة لماصات الصدمة يتم تنفيس الهواء.

مدخلات نظام التعليق الهوائي(Inputs Componcnts):

1. مفتاح الصيانة (التشغيل) Service Switch:

يعمل هذا المفتاح كجهاز إدخال للكمبيوتر كما هو موضح بالشكل كما هو مبين بالشكل(9– 25)، حيث يقوم الكمبيوتر بتعطيل النظام في حال كان هذا المفتاح وضع (OFF)، وفي بعض السيارت يقوم هذا المفتاح بقطع الكهرباء عن الكمبيوتر، في كلا الحالتين يقوم النظام بإشعال ضوء نظام التعليق على لوحة الساعات (التابلو).

يجب إقفال هذا المفتاح ووضعه على وضع (OFF) عند القيام بصيانة السيارة أو رفع العجلات عن الأرض خوفاً من تحطم أجزاء النظام.



شكل (9 – 25)

Air Suspension Switch

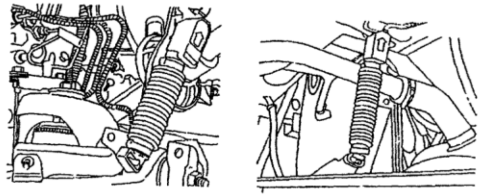
مفتاح التعليق الهوائي

2. اشارة الاشعال والتشغيل Ignition Signal:

عند وضع مفتاح التشغيل على وضع (RUN) يتم تشغيل نظام التعليق الهوائي، حيث يقوم الكمبيوتر بإجراء التعديلات المناسبة في الارتفاع حسب مدخلات مجسات الارتفاع.

يستمر النظام بالعمل حتى بعد إطفاء مفتاح التشغيل (OFF) بمدة تتراوح بين (60 – 30) دقيقة، وذلك ليسمح بتعديل الارتفاع أثناء التحميل والتنزيل ليصل إلى تسوية مناسبة للارتفاع.

3. مجس الارتفاع (Height Sensor):



شكل (9 – 26)

يختلف عدد مجسات الارتفاع في السيارة باختلاف أنظمة التعليق الهوائي، كما هو مبين بالشكل (9– 26) يكون مجس الارتفاع موصول على شاصي السيارة من طرف ومتصل بنظام التعليق من الطرف الأخر مثل الكفة العلوية أو العمود الجانبي.

أشارة مجسات الارتفاع إما خطية أو رقمية وقد تكون مستقيمة أو دورانية، يتم تزويد المجس بالكهرباء أو وصله بالأرضي بواسطة الكمبيوتر.

تستخدم مجسات الارتفاع في بعض الأنظمة لتقوم بإعطاء معلومات عن ارتفاع السيارة، وفي أنظمة ماص الصدمات فتدل حركتها على ليونة او صلابة نظام التعليق.

4. مجس الارتفاع ذو الاشارة الخطية (Analog Height Sensor):

يقوم هذا المجس بإعطاء إشارة جهد خطية متغيرة حسب الارتفاع، حيث يقوم الكمبيوتر بمقارنة الجهد الداخل إليه من مجس الارتفاع ومقارنته بجهد مبرمج داخله عن جهد مرجعي وهو الذي يدل على الارتفاع الطبيعي ، وبناءآ على هذه المقارنة يستطيع الكمبيوتر التعرف على ارتفاع ذلك الجزء المتصل به المجس ليتخذ إجراء زيادة الارتفاع أو تخفيضه.

تتكون وصلة المجس من ثلاثة خطوط وهو عبارة عن جهاز مقاومة متغيرة على شكل بوتنشيوميتر لها ثلاثة خطوط ، خط كهرباء ، وخط أرضي ، وخط إشارة جهد. إذا حصل عطل في المجس يجب استبداله بشكل كامل وغير قابل للإصلاح.

5. مجس الارتفاع الرقمي (Digital Height Sensor):

تقوم المجسات الرقمية بإصدر إشارتين رقميتين في نفس الوقت من نوع (ON)، (OFF) حيث تكون السيارة أقل أو اعلى من الارتفاع المرجعي ويعتمد على نوع الاشارة هل هي (ON)، (OFF) إذا كانت الإشارتين (OFF) فمعنى ذلك أن ارتفاع السيارة خارج المدى الطبيعي ، فعند معايرة المجس يتم معايرة ارتفاع السيارة.

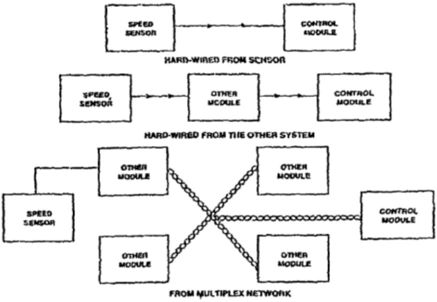
يتكون الجهاز من أربعة وصلات:

1. وصلة كهرباء.
2. وصلة أرضي.
3. وصلة الإشارة الأولى.
4. وصلة الإشارة الثانية.

6. اشارة باب السيارة (Door Signal):

يقوم الكمبيوتر باستخدام أشارة الباب هل هو مفتوح ام مغلق، لمنع تنفيس الهواء من النظام ليحافظ على ارتفاع ثابت أثناء فتح الباب خوفاً من اصطدام الباب بالرصيف، ويعود النظام إلى وضعة الطبيعي بعد إغلاق الباب.

7. اشارة سرعة السيارة (Vchicle Speed Signal):



Vehicle Speed Signal

يقوم الكمبيوتر باستلام إشارة سرعة السيارة إما مباشرة من مجس سرعة السيارة أو من خلال وحدات كمبيوتر أخرى بواسطة نظام الشبكة المتكاملة ويستخدم الكمبيوتر أشارة السرعة لتحديد عدد من الاستراتيجيات الخاصة بعمل النظام.

- مجس سرعة السيارة (Vchicle Speed Signal):

عبارة عن مجس يتم تشغيله بواسطة مسنن يركب على العمود الخارج من ناقل الحركة أو وعاء الدفع الرباعي ، تكون إشارة مجس السرعة على شكل إشارة جهد متغيرة تزداد قيمة هذه الإشارة وترددها حسب السرعة ويتم تحديد سرعة السيارة من هذه الإشارة.

- إشارة سرعة السيارة من وحدات كمبيوتر أخرى:

- (VSS From Other Modules):

يمكن أن تكون إشارة السرعة واردة مباشرة أو من خلال كمبيوتر أخر وتكون على شكل إشارة جهد مباشرة متغيرة التردد.

- اشارة السرعة السيارة من شبكة متكاملة:

- (VSS From Multiples Networks):

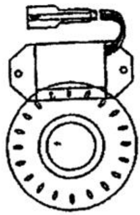
يمكن أن يتم تزويد كمبيوتر نظام التعليق بإشارة السرعة بواسطة شبكة المعلومات المتكاملة في السيارة.

8. مجس سرعة دوران مقود السيارة:

(Steering Wheel Rotation Sensor):

تقوم إشارة سرعة دوران عجلة قيادة السيارة بإعطاء معلومات لكمبيوتر النظام عن تغيير اتجاه السيارة ويقع هذا المجس على عمود عجلة القيادة. حيث تحتوي على قرص يدور مع دوران عمود المقود. كما هو مبين بالشكل (9 – 30).

يوجد عدد من الثقوب على هذا القرص مقابل زوج من الخلايا الضوئية ويقوم بإرسال إشارة رقمية كلما مر الضوء من خلال الثقب إلى الكمبيوتر، من عدد الإشارت يقوم الكمبيوتر بتحديد معدل دوران المقود ويقوم بمقارنتها مع سرعة السيارة المسجلة من أجل تحديد التسارع الجانبي للسيارة.



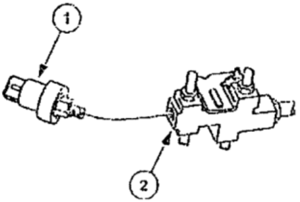
الشكل (9 – 30)

9. اشارة التسارع (Acceleration Signal):

يقوم كمبيوتر المحرك بتزويد كمبيوتر النظام بإشارة التسارع ليقوم النظام بزيادة صلابة أجهزة امتصاص الصدمة ليقوم بالتخفيف من رفع مقدمة السيارة. يكون مصدر هذه الإشارة من مجس دعسة الوقود (TPS) أو مجس تدفق الهواء (MAP).

10. إشارة الفرملة (Brake Signal).

مجس الفرامل (Brake Sonsor):



الشكل (9 – 31)

1. مجس الفرامل
2. مجموعة صمام التحكم في الرفرامل

يكون مجس الفرامل في نظام التعليق مفتوح دائماً، يقوم بالأغلاق حسب ضغط سائل الفرامل ليرسل معلومة الى الكمبيوتر عن اجراء عملية الفرملة.

يكون هذا المجس مثبت على صمام التحكم في الفرامل كما هو موضح بالشكل(9 – 31)، عند وصول إشارة ضغط مرتفع يقوم الكمبيوتر بالتعرف على أن السائق قام بفرملة السيارة عندما يصدر الكمبيوتر اوامر ه بزيادة صلابة التعليق وماص الصدمة لمنع غطس (انخفاض) مقدمة السيارة أو ارتفاع مؤخرتها بسبب الفرملة.

11. مجس موقع دواسة الفرامل (BPP):

Brake Pedal Position Senor:

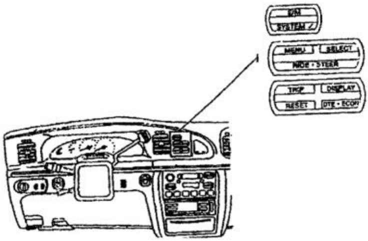
يشار الى هذا المجس بمجس فتح وإغلاق أي فرامل مشغلة أو غير مشغلة لتدل أن السائق يدوس على دعسة الفرامل أم لا، تكون الدائرة مفتوحة وعند الدوس

على الدواسة يتم اغلاق الدائرة وإرسال أشارة جهد من (12) فولت الى الكمبيوتر. حسب الاشارة يتخذ الكمبيوتر عدة استراتيجيات وفي بعض الأحيان يقوم بتعطيل نظام التعليق عند الدوس على الفرامل.

12. مدخلات ناقل الحركة (Transmission Input):

في بعض الأنظمة يتم آخذ معلومة عن وضع ناقل الحركة كما هو موضح بالشكل (9 – 32)، حيث تستخدم هذه المعلومات لتعديل وضبط نظام التعليق حسب ظروف عمل السيارة وسرعتها وتسارعها ونوع الجير المستعمل. يأخذ الكمبيوتر معلومات عن مجس موقع الجير.

13. مدخلات السائق (Driver Inputs):



Typicl Kide Control Personality Select Switch

شكل (9 – 32)

- مفتاح التحكم في مفتاح الاختيار الشخصي:

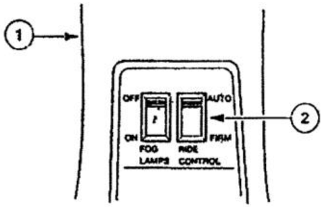
(Ride Control Personality Switch):

يقوم مفتاح التحكم الشخصي في نظام التعليق من تمكين السائق أن يختار من بين العديد من الخيارت نوع الاستراتيجية التي يقررها، حيث يمكن أن نختار نوع

صلابة النظام مثل أن يكون لين أو صلب أو غير ذلك، حيث حسب هذا الاختيار يقوم الكمبيوتر بتعديل النظام حسب متطلبات السائق.

مفتاح التعليق الصلب والثابت (Firm Ride Switch):

يقوم هذا المفتاح بتمكين السائق من اختيار وضعية التعليق الصلب أو الثابت.



Transfer Case Mode Swith

- **وضعية وعاء الرفع الرباعي(Transfer Case):**



Transfer Case Mode Switch

في بعض أنظمة الدفع الرباعي ذات التعليق الهوائي يتم استخدام وضعية النظام هل هو على الوضع الثنائي أم الرباعي ليقوم بتحويل التعليق إلى وضعية تعليق صلب عند القيادة بنظام الدفع الرباعي.

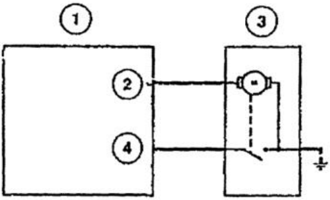
كذلك فإن بعض الأنظمة تقوم بزيادة ارتفاع السيارة في حالة القيادة على الطريق الوعرة أو استخدام نظام الدفع الرباعي.

- مفتاح نمط الطريق الوعرة (OFF-Road Switch):

يُمكن هذا المفتاح السائق من اختيار نمط السواقة في الطرق الوعرة بنظام الدفع الرباعي، حيث يقوم الكمبيوتر بزيادة ارتفاع السيارة وتحويل النظام إلى نمط التعليق الصلب، وذلك عند اختيار نمط الطريق الوعرة.

التغذية الراجعة من موقع ماص الصدمة :

(Shock Absorber Actuator Position Feedback):



1.	وحدة الكمبيوتر
2.	دائرة التحكم بالمنفذ
3.	مجموعة المنفذ
4.	دائرة التغذية الراجعة

عبارة عن مفتاح على شكل موتور يقوم بالدوران حسب درجة صلابة نظام التعليق، حيث يحدد موقع ماص الصدمة ليعرف الكمبيوتر على درجة صلابة النظام ، ويتم مراقبة هذه الاشارة مع إشارة الكمبيوتر، حيث يتم مقارنتها بالاشارة

التي يصدرها الكمبيوتر، ويتوقف النظام عن التعديل عندما تتطابق الاشارتان، اي عندما يصل الجهاز الى الدرجة المطلوبة.

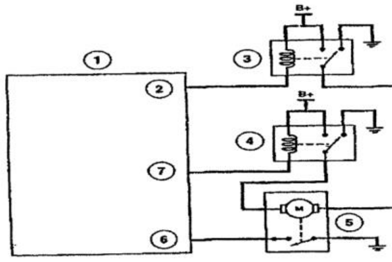
مخرجات النظام ومكوناته (Output & Components):

مبدل التعليق الصلب واللين(Hard AND SOFT Ride Relay):

يقوم المبدل وبناءاً على أومر الكمبيوتر بإيصال إشارة كهربائية إلى نظام التعليق، حيث يتم تحويل الجهاز من صلب الى لين أو بالعكس ويتم عكس النظام عن طريق عكس القطبية. عند عكس القطبية يتم التحول من صلب الى لين.

سولونويدات امتصاص الصدمة (Shock Absorber Actuators):

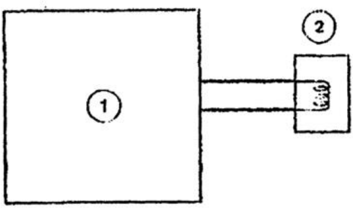
1.السولونويد ذو اربعة خطوط:



.1	وحدة الكمبيوتر	.5	السولونويد
.2	التحكم في المبدل اللين	.6	دائرة التغذية الراجعة
.3	المبدل اللين	.7	التحكم في المبدل الصلب
.4	كمبريصة الهواء	.8	

السولونيد ذو الأربعة خطوط عبارة من موتور قياس مباشر يركب على ماص الصدمة ويقوم بتدوير عمود صمام الصدمة، يقوم الكمبيوتر بالتحكم فيه عن طريق مبدلين يمكن تبديل هذا السولونويد بشكل منفصل عن ماص الصدمة يحتوي على مجس موقع متصل به.

2. السولونويد ذو الخطين :

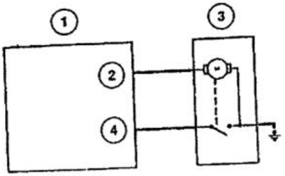


Shock Absorber Actuators

Item	Description
1	Conntrol Module
2	Actuator Solenoid

عبارة عن سولونيد ON\OFF. عندما يكون السولونويد في وضع (OFF) يكون ماص الصدمة صلب، وعندما يكون في وضع (ON)يكون ليناً، يكون هذا السولونيد جزءاً من ماص الصدمة ولا يستبدل بشكل منفرد.

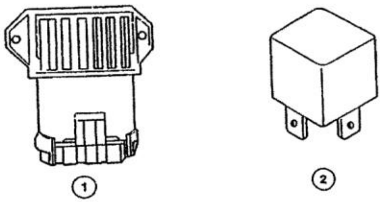
3.السولونويد ذو ثلاثة خطوط:



عبارة من موتور تيار مباشر، يقع في أعلى ماص الصدمة ويدور باتجاه واحد فقط.

يقوم الموتور بتدوير عمود بستون في الجهاز ليغير فعالية أمتصاص الصدمة خلال مجموعة مسننات تخفيض. وهذا السولونويد جزء من ماص الصدمة ولا يستبدل منفردا ويحتوي على مجس موقع كجزء منه.

مبدل كمبريصة الهواء (Air COMPRESSOR Relay):

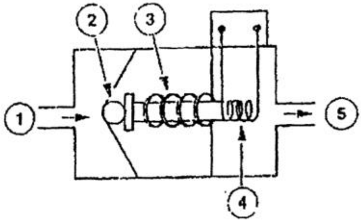


Item	Description
1	Solid State Relay
2	Mechanical Relay

.1	مبدل إلكتروني
.2	مبدل ميكانيكي

يقوم مبدل الكمبريصة بالتحكم في كهرباء موتور الكمبريصة، ويتم استخدام المبدل لأنه لا يمكن تزويد الموتور بالكهرباء بشكل مباشر من وحدة الكمبيوتر يقوم المبدل بإيصال تيار ذو أمبير عالي للكمبريصة ويقوم الكمبيوتر بإرسال تيار منخفض للمبدل ليتحكم بتيار مرتفع.

السولونويد الهوائي (Air Solenoid).

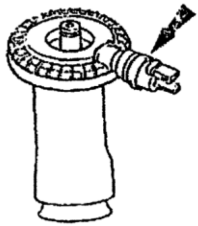


Air Solenoid

.1	المدخل
.2	صمام كروي
.3	زنبرك
.4	ملف
.5	مخرج

يتحكم سولونويد الهواء بتدفق الهواء من الكمبريصة الى طابة الهواء يكون الصمام مغلق بالعادة ويفتح حسب الاشارة القادمة من الكمبيوتر حيث يسمح بدخول الهواء أو خروج الهواء من الطابة.

سولونويد طابة الهواء (Air Spring Solenoid):



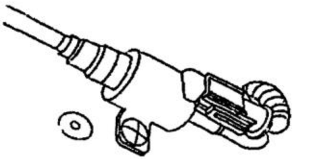
Air Spring Solenoid

يركب هذا السولونيد على طابة الهواء ويقوم بوصل مواسير الهواء مع الطابة، حيث يقوم بإدخال الهواء إلى الطابة أو إخراجه منها، ويتم التحكم بواسطة كمبيوتر النظام.

سولونويد البوابة (Gate Solenoid):

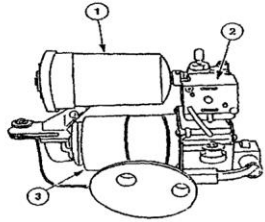
يقوم هذا السولونويد بعملية عزل الطلبة اليسرى أو اليمنى في السيارة لمنع انتقال الهواء من طابة إلى أخرى خلال الدوران السريع، عندما يكون السولونويد مغلق(OFF) في الطابتان تكونان مغلقتان ويسمح بحصول اختلاف في الضغط. أثناء القيادة الناعمة والطبيعة تكون الطابتان مفتوحتان على بعض وبنفس الضغط. عندما يسمح بمرور الهواء من طرف إلى آخر تصبح القيادة ناعمة وسهلة أثناء دوران السيارة يغلق الصمام ويتم حبس الهواء في الطابات ليحافظ على توازن السيارة.

سولونيد التعبئة (Fill Soleaoid):



تقع هذه السولونويدات على طابات الرفع أو ماصات الصدمة ويكون هدفها تعبئـة الطابـات او تفريغهـا، حيـث يقـوم الكمبيـوتر بتشـغيلها ليـتم إدخـال الهـواء أو أخراجه من الطابة اوماص الصدمة.

صمام التنفيس(Vent Solenoid):



.1	المجفف
.2	صمام التنفيس
.3	كمبريصة الهواء

يقوم هذا السولونويد بالسماح بإخراج الهواء أو تنفيسة من النظام حسب أوامـر الكمبيـوتر، ويركـب علـى رأس كمبريصـة الهـواء، حيـث يفـتح هـذا الصمام

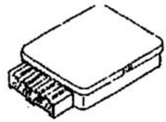
تستخدم وصلة تشخيص الأعطال من أجل فحص النظام، حيث يتم وصل جهاز الفحص بواسطتها لتتمكن من استرجاع رموز الأعطال ومراقبة الأجهزة أو توجيه الأوامر الفعالة.

هناك نوعان من الوصلات:

أ. الوصلة العالمية نوع (OBDII).

ب. الوصلة الخاصة نوع (OBDI).

وحدة الكمبيوتر (Modules):



Suspension Control Module

وحدة الكمبيوتر عبارة عن وحدة معالجة خاصة تقوم بالتحكم في مضخة الهواء بواسطة مبدل الكمبريصة ويقوم بفحص جميع أجزاء النظام وإصدار رموز أعطال.

هذا الكمبيوتر يمكن أن يكون مستقلا أو ضمن كمبيوتر أخر وذلك حسب نوع السيارة، ولكن استراتيجية البرمجة تبقى كما هي بغض النظر عن طبيعة الكمبيوتر. ويتم الدخول إلى الكمبيوتر بواسطة وصلة الفحص والتشخيص.

استراتيجيات كمبيوتر نظام التعليق الهوائي:

الاستراتيجية الطبيعية:

هي استرتيجية التحكم في ارتفاع السيارة عن الارض ، إن المدخلات الأساسية لهذه الاستراتيجية هي مجسات الارتفاع وقد يستخدم الكمبيوتر بعض المعلومات الأخرى حسب الظروف الخاصة.

استراتيجية التعطل:

عندما يتم اكتشاف عطل في النظام فإن الكمبيوتر يتحول إلى نمط الأعطال ويضيء لامبة التحذير ويقوم بإيقاف معايرة جميع الارتفاعات على الوضع التي كانت عليه لدورة واحدة.

استراتيجيات كمبيوتر التحكم في نعومة الركوب :

:(Ride Control Modules Stratcgies)

الاستراتيجية الطبيعة:

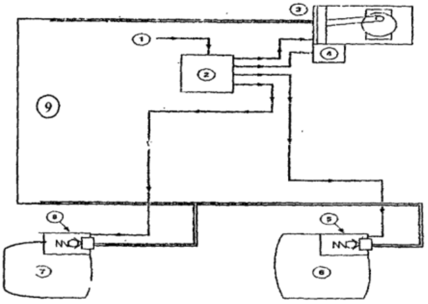
يقوم الكمبيوتر باستخدام استراتيجية خاصة للتحكم في درجة صلابة ونعومة ماص الصدمة حسب ظروف العمل.

استراتيجية التعطل:

عندما يقوم كمبيوتر الركوب باكتشاف عطل في النظام، يقوم بتعطيل جميع سولونويدات النظام ويضيء لامبة الفحص لدورة واحدة.

طريقة عمل النظام:

نظام التعليق الخلفي.(Rear Land Leveling Suspension):



1.	المدخلات	6.	طابة الهواء الخلفية اليمنى
2.	كمبيوتر التحكم	7.	طابة الهواء الخلفية اليسرى
3.	مجموعة الكمبريصة	8.	سولونويد الهواء الأيسر
4.	سولونويد التنفيس	9.	خطوة الهواء
5.	السولونويد الخلفي الأيمن		

عند فتح مفتاح التشغيل يتم تنشيط كمبيوتر نظام التعليق الخلفي وعندما يكون مفتاح الصيانة (ON). ويبقى النظام فعال لمدة ساعة بعد اقفال مفتاح التشغيل ليتمكن من أجراء بعض التعديلات بعد إزالة الاحمال عن السيارة

يبدأ النظام بالعمل عن طريق زيادة او انقاص الهواء من طابات الهواء من اجل الوصول الى الارتفاع المطلوب. يتم توزيع الهواء الى الطابات الخلفية بواسطة انابيب خاصة مصنوعة من النايلون.

عند الحاجة الى زيادة ارتفاع السيارة:

1. يرسل الكمبيوتر اشارة مبدل الكمبريصة للعمل.
2. يرسل الكمبيوتر اشارة صمام طبلة الهواء ليفتح مجرى الهواء الى الطبلة.
3. يبدأ الهواء بالدخول الى الطبلة وتأخذ بالانتفاخ حتى تصل الى الارتفاع المطلوب ويدل مجس الارتفاع على الوصول الى الارتفاع المطلوب،
4. يصدر الكمبيوتر اوامره باطفاء الكمبريصة واغلاق صمام الطبلة.
5. يتم حبس الهواء داخل الطبلة وبذلك تصل السيارة الى الارتفاع المطلوب.

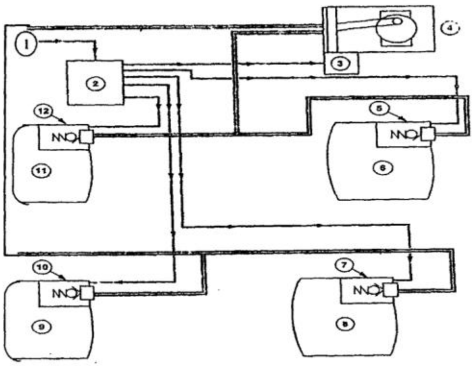
عند الحاجة الى خفض ارتفاع السيارة:

1. يعطي الكمبيوتر أوامره بفتح صمام التنفيس.
2. يعطي الكمبيوتر أوامره بفتح صمام الطبلة ليسمح للهواء بالخروج.
3. تبدأ السيارة بالانخفاض حتى تصل الى الارتفاع المطلوب والذي يشير اليه مجس الارتفاع.
4. يقوم الكمبيوتر بإغلاق صمام التنفيس وصمام الطبلة على هذا الارتفاع.
5. يحبس الهواء داخل وبذلك تحافظ السيارة على ارتفاعها الجديد.

في هذا النظام يتم تعبئة وتنفيس الطبلات الخلفية مجتمعة مع بعضها .
يسمى هذا النظام بنظام تعديل وتسوية الحمل أي تعديل الارتفاع حسب الحمل.

نظام التعديل لأربعة جوانب:

:(Corner Load Leveling SYS)



.1	المدخلات	.8	طبلة الهواء الخلفي اليمني
.2	كمبيوتر التحكم	.9	طبلة الهواء الخلفي اليسرى
.3	سولونويد التنفيس	.10	السولونويد الخلفي الأيسر
.4	الكمبريصة	.11	طبلة الهواء الأمامي اليسرى
.5	سولونويد الهواء الخلفي الأيمن	.12	سولونويد الهواء الامامي اليسرى
.6	طبلة الهواء الأمامي اليمين	.13	خطوط الهواء
.7	سولونويد الهواء الخلفي الأيمن		

أن نظام التعليق على الاربعة جوانب ، يتكون من أجزاء امامية وخلفية خاصة ومميزة، منها طابات الهواء للاربع عجلات وماصات الصدمة الهوائية وكمبريصة الهواء والسولونويدات ومجسات الارتفاع والكمبيوتر المستقل.

وكذلك يوجد مصادر اشارة تدل على حالة السيارة وحالة الطريق.

يقوم الكمبيوتر بارسال اشارة لتعديل ارتفاع السيارة حسب الحمل الموجود على كل طرف.

حيث يقوم النظام وبشكل اتوماتيكي بمعايرة الارتفاع بشكل مستمر ومتواصل ليوافق طبيعة الحمل والارض.

يقوم النظام بخطوات رفع السيارة بنفس الطريقة في نظام التعليق الخلفي.

لا يقوم النظام بتنفيس التعليق الامامي والخلفي دفعة واحدة وفي النفس الوقت بسبب اختلاف الضغط على المحورين.

بعض الأنظمة تقوم بتعديل الارتفاع حسب نوع السيارة وحسب الاضافات الموجودة فيها مثل الجير ونظام الدفع الرباعي.

نظام التحكم في الركوب/مدخلات الطريق:

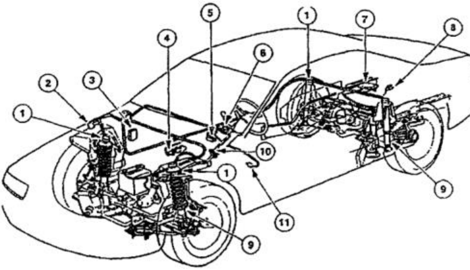
(Ride Control System):

هناك نوعان من نظام التحكم في نعومة الركوب والقيادة:

1. مدخلات السائق.
2. مدخلات الطريق.

التحكم في الركوب حسب مدخلات السائق:

:(Driver Input)



.1	السولونويد	.7	كمبيوتر التحكم
.2	وصلة الفحص	.8	مبدلات التحكم
.3	إشارة التسارع	.9	ماصات الصدمة القابلة للتعديل
.4	مجس الفرامل	.10	مجس الاستيرنج
.5	مفتاح اختيار النط	.11	مجس السرعة
.6	ضوء تثبيت الركوب		

يقوم نظام مدخلات السائق بتزويد السائق باختيار بين استخدام نظام التعليق الصلب أو النظام الأتوماتيكي.

حيث يتم الاختيار بواسطة مفتاح في غرفة السائق.

عند وضع المفتاح على وضع الموقع الصلب يصبح النظام قاسي وصلب ، وفي حالة وضع المفتاح على وضع لين يقوم الكمبيوتر بتعديل النظام حسب الظروف لتصبح القيادة والركوب مريح.

يتم زيادة الصلابة عند الفرملة الشديدة او التسارع الكبير او تغير اتجاه الدوران لتأمين سيطرة افضل على السيارة.

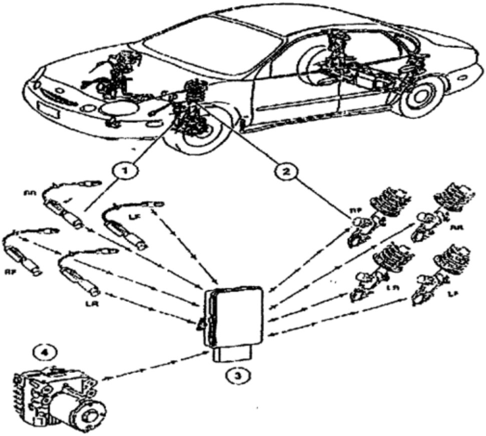
اثناء وضع المفتاح على الوضع الأتوماتيكي، يقوم الكمبيوتر بمراقبة ضغط الفرامل، موقع الدعسة، الحمل على المحرك، سرعة دوران وزاوية المقود. وسرعة السيارة وذلك من اجل تحديد درجة الصلابة أو الليونة في نظام التعليق.

أذا اكتشف الكمبيوتر ان ضغط الفرامل مرتفع او ان السائق يدعس على نسبة تزيد عن 90٪ او وجود تسارع شديد أو سرعة السيارة عن 144كم/الساعة فان الكمبيوتر ينقل النظام من حالة الليونة الى الصلابة.

يعود النظام الى وضعيه الطبيعي بعد ثواني من زوال السبب او انخفاض السرعة الى اقل من 133كم/ساعة.

في حال حصول عطل في النظام تضاء لامبة الفحص ويثبت النظام على آخر وضع كان عليه.

نظام التحكم في الركوب/مدخلات الطريق:



.1	مجس الارتفاع	.3	الكمبيوتر (SARC)
.2	السولونويد	.4	(ABS) كمبيوتر

يقوم النظام باستخدام مدخلات من الشارع والطريق ليقوم بتعديل أجهزة ماص الصدمات على كل جانب من جوانب السيارة حسب ظروف العمل تقوم مجسات الارتفاع بتزويد مدخلات الى الكمبيوتر والتي تقوم في السولونويدات، ومجس ارتفاع بأعطاء إشارة ويقوم الكمبيوتر بالتحكم في كل سولونويد بشكل مستقل ويستعمل إشارة السرعة من نظام الفرامل مانعة الإقفال.

عندما يكون مفتاح التشغيل على وضع فتح فان الكمبيوتر يقوم بمراقبة إشارة مجسات الارتفاع وسرعة السيارة، ويقوم بتزويد جهد البطارية عن طريق المبدلات الى السولونويدات مما يؤدي الى فتح خطوط الهواء ويصبح التعليق لينا.

عندما يشير احد المجسات الى صعوبة ووعورة في الطريق يتم إقفال سولونويد تلك الجهة لتصبح صلبة.

يتحكم الكمبيوتر في جميع السولونويدات بشكل مستقل وحسب ظروف العمل والطريق.

اسئلة الوحدة التاسعة

السؤال الأول: كيف يمكن التميز بين نظام التعليق المستقل وغير المستقل.

السؤال الثاني: ما فائدة الاجزاء التالية في نظام التعليق:

أ) عمود التوازن.

ب) عمود اللي.

ج) رادع الارتجاج.

السؤال الثالث: اشرح مبدأ عمل نظام التعليق بالهواء.

السؤال الرابع: اشرح مبدأ عمل رادع الارتجاج أحادي التأثير

السؤال الخامس: ضع دائرة حول الجواب الصحيح:

1) الهدف من المرابط الضاغطة في نظام التعليق الورقي هو:

أ) منع الانزلاق الطولي
ب) منع الانزلاق العرضي
ج) منع الانزلاق الجانبي
د) زيادة كفاءة النظام

2) تتعرض مركبة أثناء السير على الطريق الى اهتزازات على المحور:

أ) الطولي
ب) العرضي
ج) العمودي
د) جميع ما ذكر

3) المادة التي تضاف الى معدات الزميركات في نظام التعليق هي:

أ) الصوديوم　　ب) المغنيسيوم
ج) السليكا　　د) جميع ما ذكر

4) يتكون نظام تعليق ماكفرسون من:

أ) زمبرك حلزوني ورادع ارتجاج　　ب) رادع ارتجاج وزمبرك ورقي
ج) زمير ورقي وعمود لي　　د) زمبرك حلزوني ورادع ارتجاج والبنيون رداع ارتجاح

5) يعمل رادع الارتجاج في نظام التعليق على:

أ) أمتصاص الصدمة بسرعة والعودة بسرعة　　ب) امتصاص الصدمة ببطء والعودة ببطء
ج) أمتصاص الصدمة ببطء والعودة بسرعة　　د) امتصاص الصدمة بسرعة والعودة ببطء

الوحدة العاشرة

تركيب نظام القيادة

الوحدة العاشرة

تركيب نظام القيادة

يتكون نظام القيادة من الأجزاء الآتية:

1. **عجلة القيادة:** التي بواسطتها يستطيع السائق السيطرة على اتجاه حركة المركبة.
2. **صندوق تروس تظام التوجيه:** الذي يحول الحركة الدورانية الى حركة ترددية تنقل الى وصلات نقل الحركة.
3. **وصلات التوجيه:** وهي التي تنقل الحركة الترددية الى العجلات الأمامية وتتكون من:

أ. أعمدة الربط.

ب. الوصلات الكروية.

ج. ذراع نقل الحركة من صندوق التروس الى اعمدة الربط(ذراع بتمان).

د. محاور الارتكاز والدوران.

4. **عمود نقل الحركة:** ينقل الحركة الدورانية من وعجلة القيادة الى صندوق التروس.
5. **العجلات الأمامية.**

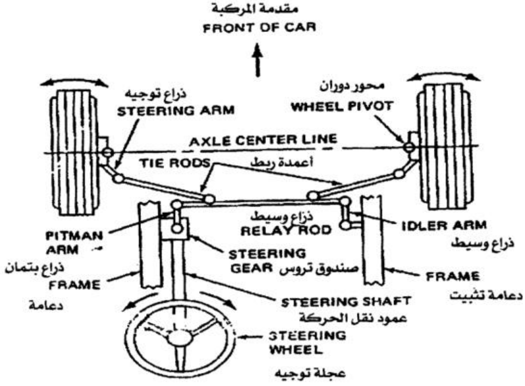
وظيفة جهاز التوجيه(نظام القيادة):

يعمل نظام على تحويل الحركة الدورانية في عجلة القيادة الى حركة جانبية (زاوية) في عجلات المركبة الامامية لتوجيهها في أثناء المسير على الطريق.

انواع مجموعة التوجيه (القيادة):

يوجد نوعان من مجموعة القيادة:

1. مجموعة القيادة الميكانيكي.
2. مجموعة القيادة الهيدروليكي.

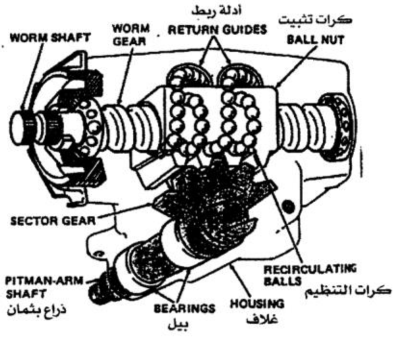


1. مجموعة القيادة الميكانيكية:

تصنف مجموعات تروس نظام القيادة وفقاً لطريقة نقل الحركة من الترس الحلزوني المثبت على عمود التوجيه داخل صندوق التروس الى الترس الناقل للحركة ثم الى ذراع بتمان وهي:

أ. مجموعة التروس ذات الكرة الدوراة:

هذه المجموعة من أكثر الأنواع استعمال في المركبات وتتكون كما في الشكل (10 – 1) من جزء حلزوني التشكيل من أسطونة مستقيمة عليها أسنان حلزونية على طول الجزء الاسطوني الكائن داخل غلاف التروس ويثبت على المسنن الحلزوني صامولة ذات أخاديد داخلية لتتحرك على المحور الحلزوني بواسطة المحامل الكروية وتنقل الحركة من المحور الحلزوني الى القطاع المسنن.

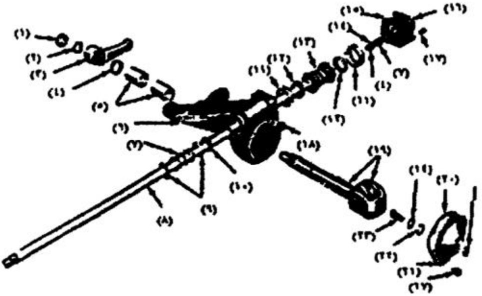


الشكل (10 – 1)

ب. مجموعة نظام القيادة ذات الترس الحلزوني مع بكرة:

يتشكل هذا النوع كما هو في الشكل (10 – 2) من ترس حلزوني ومحور مستعرض يثبت عليه بكره ذات أخايد حلزونية متعدد وفي هذه الحالة تعشق البكرة مع الترس الحلزوني حيث تنقل الحركة الدورانية من الترس الحلزوني الى البكرة التي تتحرك حركة مستقيمة على طول الحلزون وتنتقل الحركة

الى ذراع بتمان الذي يتحرك حركة ارجحة محددة وفقاً لحركة البكرة على الحلزون.

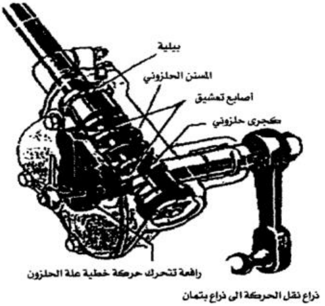


الشكل (10 – 2)

.1	صامولة	.13	الترس الدودي
.2	رنديلة زنق	.14	رنديلة
.3	ذراع بتمان	.15	رقائق معدنية
.4	جلبة	.16	صفيحة
.5	جلبة معدنية أو مطاطية	.17	برغي
.6	غلاف الصندوق	.18	سدادة
.7	نابض	.19	محور مع بكرة
.8	انبوب مفرغ	.20	كسكيت
.9	حلقات تثبيت	.21	سدادة
.10	جلبة	.22	حلقة تثبيت
.11	غلاف البيلة	.23	برغي عيار
.12	بيلة	.24	

ج. مجموعة التوجيه ذات الترس الحلزوني والاصبع:

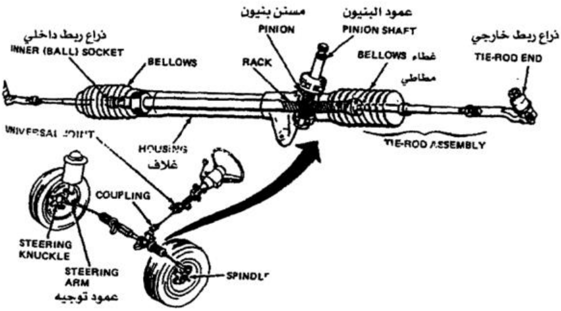
يبين الشكل (10 – 3) أن المحور الحلزوني يحتوي على أسنان حلزونية على شكل كامه(حدبه) مسلوبة وتكون ذات مقطع ضيق عند القاعدة. ويرتكز المحور الحلزوني داخل الغلاف على مساند(بيل) ويضبط الخلوص الطولي للحلزون بواسطة رقائق معدنية تثبت بين القشرة (الغلاف) والمسنن، أوبواسطة صامولة عيار ويعشق مع الترس الحلزوني أصبع مستعرض (عمود مستعرض) يثبت في قشرة المجموعة جلب معدنية لتقليل الأحتكاك ومعدل الاهتراء وينقل هذا العمود الحركة الى ذراع بتمان الذي يتحرك حركة أرجحة ويلاحظ أن الحلزون يتحرك حركة دورانية في حين يتحرك العمود المستعرض حركة خطية (مستقيمة) على طول المجرى الحلزوني في الوقت الذي يتحرك فيه ذراع بتمان حركة زواية (أرجحه) محددة وفقا لطول مسافة تعشيق الأصبع مع المجرى الحلزوني.



الشكل (10 – 3)

د. مجموعة نظام قيادة ذات الجريدة المسننة:

هذا النوع من أنظمة القيادة اذ تنتقل الحركة من عجلة القيادة الى علبة مسننات نظام القيادة بواسطة مجموعة مرنة (محور مع وصله مفصلية) ويثبت في نهاية محور التوجيه ترس يعشق داخل علبة التروس مع قضيب مسنن بأسنان عرضية ويسمى الجريدة المسننة وعندما تدور عجلة القيادة تنتقل الحركة الدورانية بواسطة الترس الى الجريدة المسننة فتتحرك حركة ترددية وفق اتجاه دوران عجلة القيادة وتنتقل الحركة من الجريدة المسننة بواسطة ذراعي ربط كما هو مبين في الشكل (10 – 4) وتصل كل ذراع بواسطة وصلة مفصلية بذراع نقل الحركة الى العجلان الامامية ويستعمل هذا النوع من الأنظمة في السيارات الصغيرة.



الشكل(10 – 4)

طريقة عمل نظام القيادة الميكانيكي:

يحول نظام القيادة في المركبة الحركة الدورانية في عجلة القيادة الى حركة زواية في العجلات الأمامية في المركبة وفق رغبة السائق وعند تدوير عجلة التوجيه (القيادة) يدويا تنقل حركتها بواسطة عمود نقل الحركة الى علبة التروس (مجموعة القيادة) التي تحول هذه الحركة الدورانية الى حركة زاويّة في ذراع بتمان ثم تنقل الحركة الى الوصلات المختلفة في نظام القيادة التي تتحرك حركة ترددية وتنقل الحركة الزواية الى حامل العجلات الأمامية الذي يتحرك زاوياً حول محور ارتكاز العجل ، فتتحرك وفقا لذلك العجلات الأمامية حركة زاويّة محددة وفقا لرغبة السائق وتتراوح نسبة النقل بين زواية دوران عجلة القيادة وزاوية دوران عجلات المركبة الامامية ، وتعني عدد الدرجات التي تدور فيها العجلات الأمامية مقابل عدد درجات عجلة التوجية وتترواح هذه النسبة بين $(16-1)$ الى $(1-28)$.

مزايا نظام التوجيه الميكانيكي:

1. تصل في هذا النظام نسبة التخفيض بين عجلة التوجيهه وعجلات المركبة الى $(28-1)$ وتتغير القوة اللازمة لادارة عجلة القيادة من مركبة لأخرى ومن نظام قيادة لآخر.
2. لا علاقة بين سرعة دوران المحرك البطيئة ونظام القيادة وهذا يعني ان بإمكان دوران المحرك بسرعة بطيئة وفقا للتعليمات.
3. انخفاض تكاليف الصيانة والإصلاح لبساطة التصميم ونظام العمل.

نظام القيادة ذات القوة المساعدة:

يوجد نوعان من أنظمة القيادة ذات القوة المساعدة:

1. **النوع التكاملي:** في هذا النوع تكون وحدة القدرة جزءاً من صندوق نظام القيادة.
2. **النوع ذو الوصلات الميكانيكية:** وتكون وحدة توليد القدرة جزء من الوصلات الناقلة.

أجزاء نظام القيادة الهيدروليكي:

يتكون نظام القيادة الهيدروليكي من الأجزاء التالية:

أ. وصلات نقل الحركة.

ب. عجلة التوجيه والقيادة وعمود نقل الحركة.

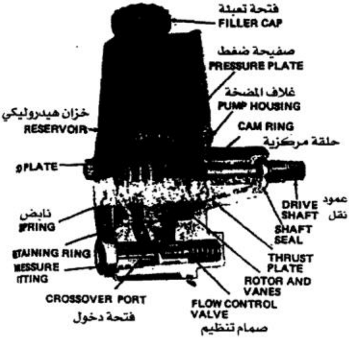
ج. صندوق تروس نظام القيادة.

د. وحدة توليد القدرة (المضخة الهيدروليكية).

ه. جهاز التحكم في السرعة البطيئة للمحرك عند استخدام نظام القيادة بالقدرة الالية.

المضخة الهيدروليكية:

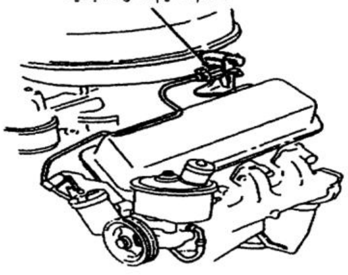
تستخدم في نظام التوجيه الهيدروليكي مضخة تضغط السائل الهيدروليكي ضغطا مرتفعا كما هو مبين في الشكل (10 – 5) تثبت في مقدمة محرك الاحتراق لتدار بواسطة سير يستمد حركته من عمود المرفق ويتدفق الزيت تحت ضغط مناسب الى صندوق تروس نظام القيادة.



الشكل (10 – 5)

صمام تنظيم السرعة البطيئة:

عند تحريك عجلة القيادة في أحد الاتجاهات والمركبة واقفة فان ذلك يتطلب من المضخة الهيدروليكية إعطاء ضغط زائد لتحريك وصلات نقل الحركة في الاتجاه المطلوب وهذا أيضا يعد عاملا أخر يعمل لإبطاء سرعة المحرك أو أيقافه عن الدوران، اذا تمت هذه المحاولة عند سرعة بطيئة ولمنع التوقف المفاجئ للمحرك أو التباطؤ الزائد في السرعة في أثناء التوقف وتشغيل النظام الهيدروليكي فقد أستعمل في بعض الأنظمة (أنظمة القيادة) نظام تحكم كما هو مبين في الشكل (10 – 6)اذا ينظم سرعة دوران المحرك فيحول دون توقفه المفاجئ أثناء تشغيل نظام القيادة ويلاحظ أن نظام التحكم يتصل بصمام الخانق فعندما يزداد الضغط الى الحد الأقصى عند السرعة البطيئة للمحرك فان المنظم يعمل لتحريك صمام الخانق ليفتح قليلاً وهذا يؤدي الى زيادة السرعة الدورنية البطيئة للمحرك وعند اعادة عجلة القيادة الى الوضع الطبيعي تنخفض السرعة الدورانية للمحرك مباشرة بفعل صمام التحكم الذي يعيد قرص الخانق الى وضعه السابق.



الشكل (10 – 6)

طريقة عمل نظام القيادة الهيدروليكية التكاملي:

يستخدم من هذا النوع نموذجان هما:

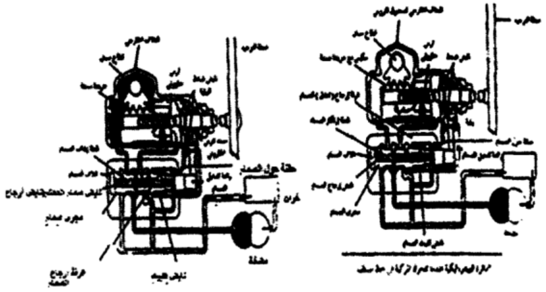
أ. ذو المكبس.

ب. ذو الصمام الدوار.

وفي كلا النوعين تثبت وحدة توليد القدرة في نهاية عمود نقل الحركة من صندوق تروس نظام القيادة وهما متشابهات في العمل وان اختلفا في التصميم وتتضمن وحدة نظام القيادة مجموعة تروس من نوع الكرات مضافا لذلك وحدة توليد القدرة.

1. طريقة عمل النوع ذي المكبس:

تتكون المجموعة من صندوق تروس ذي الكرات الدوارة مضافا الى ذلك صمام تحكم ومكبس يتصل بالترس الحلزوني ومثبت عليه جريدة مسننة كما هو مبين في الشكل (10 – 7).



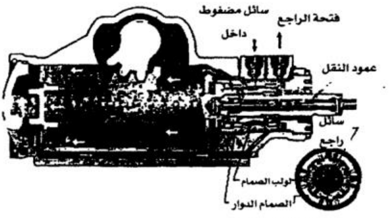
الشكل (10 – 7)

اذ تعشق الجريدة المسننة الى قطاع مسنن ينقل الحركة الى عمود بتمان وعندما تدور عجلة القيادة فان الترس الحلزوني في نهاية عمود نقل الحركة سيتحرك حركة دورانية وتتحرك صامولة الكرات المعدنية والمكبس الى الامام فتنتقل الحركة بواسطة القطاع المسنن الى ذراع بتمان ويبين الشكل وضع المجموعة عندما تتحرك المركبة في خط مستقيم، يبدأ عمل النظام الهيدروليكي عندما تكون القوة المبذولة لادارة عجلة القيادة لا تقل عن (1,4) كغم تقريبا وفي هذه الحالة يتقدم الترس الحلزوني في حركة دورانية مع حركة خطية فيدفع رافعة صمام التحكم ليعمل الصمام ويسمح بتدفق الزيت المضغوط من المضخة الى أحد أطراف المكبس ليتحرك المكبس محركا معه الجريدة المسننة والقطاع المسنن أي أن المكبس يساعد على عملية الدوران كما هو مبين في الشكل.

طريقة عمل النوع ذو الصمام الدوار:

يبين الشكل (10– 8) هذا النوع من اجهزة نقل الحركة في نظام التوجيه اذا يتحرك عمود النقل حركة أرجحة مع دوران عجلة القيادة وعند سير المركبة في

خط مستقيم فان وضع الصمام الدوار يسمح بتدفق السائل الهيدروليكي المضغوط من فتحة الراجع دون أن يؤثر على المكبس.



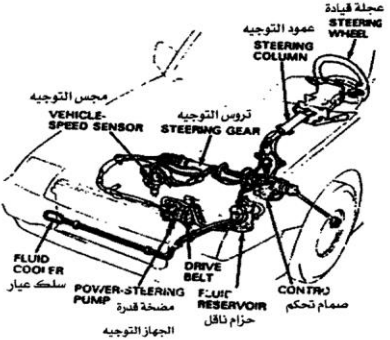
وحدة توليد قدرة ذات الصمام الدوار

الشكل (10 – 8)

وعند دوران عجلة القيادة فإن القوة الناتجة تؤثر في عمود النقل الذي يدفع صمام التحكم الى الأمام ليسمح بتدفق السائل الهيدروليكي المضغوط الى احد طرفي المكبس الحامل للجريدة المسننة وفقاً لاتجاه دوران عجلة القيادة ومع زيادة القوة الناتجة من زيادة زاوية دوران عجلة القيادة فان حركة صمام التحكم (الصمام الدوار) الى الأمام تزداد، فيزداد وفقا لذلك كمية التدفق للسائل المضغوط وهذا يعني التأثير الهيدروليكي المباشر في توجيه المركبة.

طريقة عمل نظام القيادة الهيدروليكي ذو الوصلات:

في هذا النوع من أنظمة التوجيه الهيدروليكي، فأن أسطونة القدرة ليست مع صندوق تروس نظام القيادة كما في السابق، انما تثبت مع الوصلات الميكانيكية الناقلة للحركة كما هو مبين في الشكل (10 – 9) ويلاحظ ان ذراع بتمان لا يتصل مباشرة مع وصلات نظام التوجيه.



الشكل (10 – 9)

طريقة عمله كالتالي:

عندما يتحرك ذراع بتمان اي حركة زاوية ناتجة دوران عجلة القيادة فإن صمام التحكم يوجه تدفق السائل الهيدروليكي المضغوط الوارد من المضخة الهيدروليكي الى وحدة (مكبس) توليد القدرة وفي داخل وحدة توليد القدرة يولد الضغط الهيدروليكي في احد طرفي المكبس وفي هذه الحالة تتحرك الاسطونة كوحدة متكاملة وليس المكبس وهذه الحركة تنتقل الى وصلات نقل الحركة في نظام التوجيه، لتوجيه المركبة في الاتجاه المناسب.

مزايا نظام القيادة الهيدروليكي:

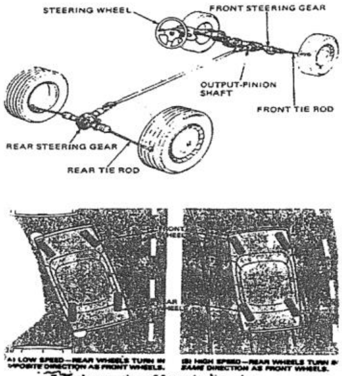
1. انخفاض القوة اللازمة لتوجيه المركبة وذلك بسبب الضغط الهيدروليكي الذي يدور الوصلات ثم العجلات الامامية ويحركها.

2. انخفاض نسبة النقل بين عجلة القيادة والعجلات الامامية لتصل الى(1:13) درجة أي انه كلما دارت عجلة التوجيه(°13) فإن العجلات تدور درجة واحدة وقد تنخفض لتصل الى (1:10).
3. قد تتأثر السرعة الدورنية للمحرك من حيث التوقف الفجائي او زيادة السرعة البطيئة لمواجهة الحمل الناتج من تشغيل المضخة الهيدروليكية وهذا يعني زيادة في استهلاك الوقود.
4. زيادة عدد العناصر المكونة لنظام التوجيه بالمقارنة بنظام القيادة الميكانيكي.
5. زيادة تكاليف الصيانة والاصلاح بسبب صيانة الانظمة الهيدروليكية وتوابعها.

نظام التوجيه الرباعي:

في بعض أنواع المركبات يستخدم نظام التوجيه الرباعي إذ يوجه العجلات الاربعة في المركبة مع تحريك عجلة القيادة وقد يكون هذا النوع من انظمة القيادة ميكانيكا او هيدروليكيا واستخدام هذا النظام يعطي امكانية تحكم جيدة للمركبة اثناء المسير اذا تستخدم في عجلات الدفع الخلفية وصلات مفصلية لمحاور الارتكاز لتسمح للعجلات بالحركة الزاوية اثناء التوجيه فتتحرك العجلات الخلفية بزوايا مختلفة بالنسبة لهيكل السيارة.

وفي بعض المركبات يتم التوجيه الالكتروني الاتوماتيكي للعجلات الخلفية حسب سرعة المركبة وزاوية دوران العجلات الامامية ولزيادة سهولة المناورة عند السرعات المنخفضة توجه العجلات الخلفية بإتجاه معاكس للعجلات الامامية كما هو مبين في الشكل (10 – 10). وعند السرعات العالية توجه العجلات الخلفية بنفس اتجاه العجلات الامامية وهذا يؤدي الى زيادة اتزان المركبة عند المنعطفات وتغير مسرب الطريق بسرعة فائقة.

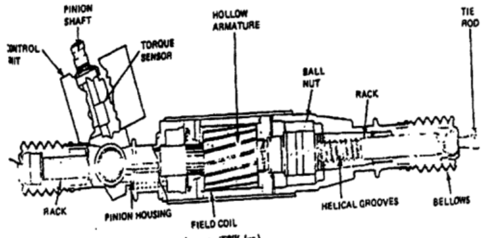


Basic operation of four-wheel steering.

الشكل (10 – 10)

نظام القيادة ذو القوة المساعدة(الجريدة المسننة) الالكتروني:

بعض المركبات يوجد بها نظام قيادة إلكتروني ذو نوع الجريدة المسننة كما هو مبين في الشكل(10 – 11) وتتم العملية السريعة بواسطة محرك كهربائي موجود داخل غلاف الجريدة المسننة كما هو مبين في الشكل(10– 11) بحيث يزود المحرك الكهربائي القدرة المساعدة.



Electronic rack-and-pinion power-steering gear. (TRW, Inc.)

الشكل (10 – 11)

يكون عمود البنيون معشق مع الجريدة المسننة بواسطة مجاري حلزونية والمغناطيس والمجس المغناطيسي الموجودين على محور المسنن البنيون يعملان كمجس عزم وهذ الاشارات ترسل الى جهاز الكمبيوتر (وحدة التحكم) لتحسب مقدرا العزم المستخدم وبأي اتجاه.

وعند استخدام العزم لتدوير عجلة القيادة، المغناطيس يتحرك، وتوليد العزم يؤدي الى تحريك المغناطيس وتذهب الاشارة القوية الى وحدة التحكم ويقوم الكمبيوتر بإرسال تيار متغير الى المحرك الكهربائي والمحرك الكهربائي موصول مع صامولة كروية وعندما يدور المحرك الكهربائي، تدور الصامولة الكروية وهذا الدوران يسبب بدوران الكرات خلال المجاري في الصامولة، المجرى الحلزوني في الجريدة المسننة وهذا يستخدم قوة عكس احدى جهات الجريدة، وهذا يعني ان معظم القوة اللازمة للتوجيه تستخدم بواسطة المحرك الكهربائي.

نظام التوجيه الالكتروني لا يحتاج الى مضخة هيدروليكية ووصلات وخراطيم للجريدة المسننة او حوافظ، هذا بالاضافة الى أنه بإمكان السائق زيادة وتقليل القوة اللازمة للمساعدة حسب الحاجة بواسطة ضبط مفتاح الاختيار.

هندسة العجلات الامامية:

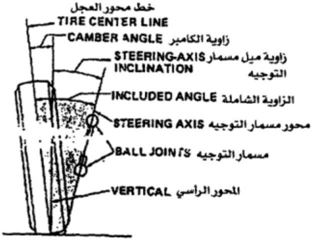
هندسة العجلات الامامية هي العلاقة بين الزوايا المختلفة بين العجلات الامامية وهيكل المركبة ونقاط التثبيت وهذه الزوايا هي:

1. الكامبر.
2. زواية مسمار التوجيه الرئيس.
3. الكاستر.
4. لم المقدمة.
5. الانفراج للخارج اثناء الدوران في المنعطفات.
6. ارتفاع نظام التعليق.

1. الكامبر: (Camber) تعرف زواية الكامبر بميل العجل الامامي عن الوضع الرأسي ويوجد نوعان من الكامبر هما:

أ. الكامبر الموجب: ميل العجل الامامي من الاعلى الى خارج الشكل (10 – 12).

ب. الكامبر السالب: ميل العجل الامامي من الاعلى الى الداخل.



Included angle is the camber angle plus the steering-axis-inclination (SAI) angle. Positive camber is shown.

الشكل (10 – 12)

تقاس زاوية ميل العجل الكامبر بالدرجات بالنسبة الى الخط الراسي ± (صفر – 3°) والغرض من الكامبر هو اكتساب العجل ميلا قليلا من الاعلى الى الخارج لحظة الانطلاق وعندما تتحرك المركبة محملة بأي حمل فإن الحمل يعمل لإعادة العجل للوضع الرأسي فإذا تحركت المركبة وكانت زاوية الكامبر صفرا فإن الحمل سيعمل لدفع العجل من الاعلى للداخل.

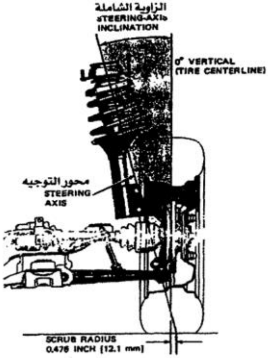
وهذا يؤدي الى اهترا غير منتظم وأي خطأ في زاوية الكامبر سيؤدي الى مشاكل في نظام القيادة ومنها:

1. زيادة الاهتراء غير المنتظم في الاطارات.
2. حذف المركبة عند ترك عجلة القيادة عن المسار المستقيم.
3. عدم اتزان الاطارات في أثناء المسير.

2. زواية ميل مسمار التوجيه الرئيس: (Steering-Axis Inclination):

يوضح الشكل (10 – 13) زواية ميل مسمار التوجيه التي تحدد بمقدار ميل محور مسمار التوجيه عن الخط الرأسي للعجلة بإتجاه الداخل وتمتد هذه الزواية بين ± (2 – 5) درجات وتعود اهمية زواية ميل مسمار التوجيه الرئيس الى ما يلي:

1. المساعدة على اتزان نظام التوجيه.
2. المساعدة على اعادة عجلة القيادة الى وضعها الاصلي بعد الدوران.
3. تقليل الاهتراء غير المنتظم.



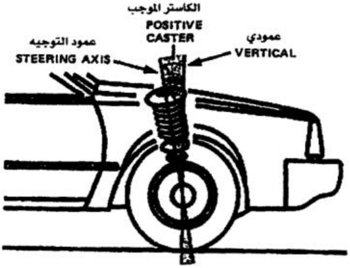
الشكل (10 – 13)

3. الزواية الشاملة: (Included Angle):

تمثل الزواية الشاملة مجموع زاويتي الكامبر وميل مسمار التوجيه الرئيس ويوضح الشكل (10 – 12) الزاوية الشاملة وموقعها بالنسبة لخط محور مسمار التوجيه.

4. الكاستر: (Caster):

هو ميل مسمار التوجيه الى الامام أو الى الخلف بالنسبة الى المحور الرأسي كما هو مبين في الشكل (10 – 14) ويقاس الكاستر بالدرجات وتقدر زواية الميل بين المحور الرأسي ومحور مسمار التوجيه اذا كان الميل من الاعلى الى الداخل بإتجاه العجلات الخلفية يسمى كاستر موجب.



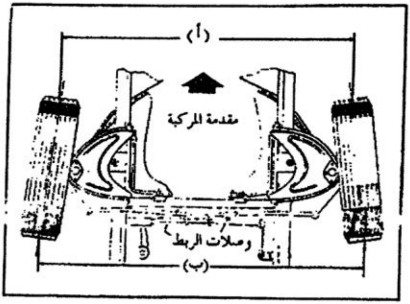
الشكل (10 – 14)

وظيفة الكاستر هي:

1. المحافظة على سير المركبة في خط مستقيم.
2. زيادة مقدر امكانية التدوير .
3. تخفيض جهد القيادة والتوجيه.

5. لم المقدمة: (Toe-In):

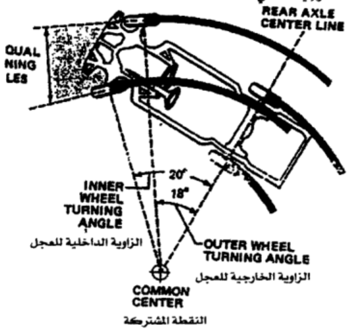
تعرف لم المقدمة بانها المسافة بين العجلات الامامية من الامام، أقل من المسافة بين العجلات الامامية من الخلف كما هو مبين في الشكل (10 – 15) وتقاس هذه المسافة بالمليمترات وتتراوح بين (صفر – 1.5) ملم ويتم ضبط لم المقدمة والسيارة متوقفة، وعندما تبدأ الحركة تصبح العجلات الامامية بوضع توازي (أ = ب) بفعل مقاومات الطريق للاطارات وهذا يؤدي الى منع الانزلاق الجانبي والاهتراء غير المنتظم للاطارات.



الشكل (10 – 15)

6. الانفراج للخارج اثناء الدوران في المنعطفات: (Set /Turning Radius/ Back):

يعرف بأنه الفرق بين زاويتي العجلتين الداخلية والخارجية الحادثتان مع هيكل المركبة عند دورانها في منعطف حيث يدور اصغر من نصف قطر دوران العجل الخارجي، وهذا يعني ان زاوية دوران العجل الداخل اكبر كما هو موضح بالشكل (10 – 16) مما يمنع الانزلاق الجانبي والاهتراء السريع للعجلات فلو ان الزاويتان كانتا متساويتان لما تقاطعت الزاويتان في مركز المنعطف، ولأدى ذلك الى الانزلاق، ويسمى العلاقة بين وضع العجلات الامامية وهيكل السيارة اثناء الانعطاف بنظرية اكرمان.



الشكل (10 – 16)

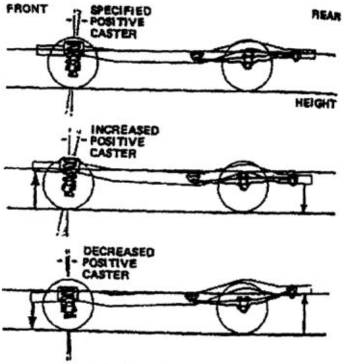
ملاحظة:

في المركبات الموجود فيها نظام توجيه ذي القوة المساعدة، يوجد بها عادة كاستر موجب اكبر من المركبات ذات نظام قيادة ميكانيكي(يدوي).

الكاستر الموجب يساعد بالتغلب على الحاجة للتوجيه في القدرة المساعدة لتثبيت العجلات الامامية خلال الدوران. بالإضافة لذلك الكاستر الموجب بحاجة لقوة توجيه اكبر، لذلك السائق لا يلاحظ بسبب وجود قوة مساعدة في نظام القيادة.

الكاستر الموجب يلزم عمل لم المقدمة في العجلات الامامية، الكاستر السالب يلزم عمل انفراج في العجلات الامامية الافراط في الكاستر الموجب يؤثر في زيادة الجهد المبذول في قيادة المركبة او رجوع عجلة القيادة بسرعة خاطفة بعد دوران، ويزيد صدمات الطريق على عجلة القيادة، وتخفيض الكاستر الموجب يمكن ان يكون

نتيجة من ارتخاء الزنبرك كما هو مبين في الشكل(10 – 17) وهذا احد الاسباب لعمل اختبار لارتفاع نظام التعليق.



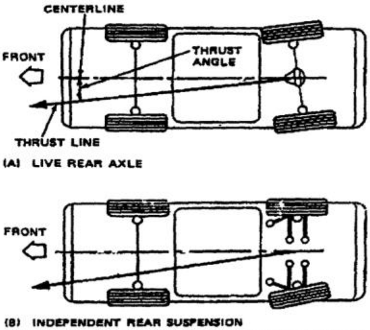
Effect of sagging springs on caster. (*Ford Motor*

الشكل (10 – 17)

زاوية الدفع Thrust Angle:

عندما تكون العجلات الاربعة صحيحة ومتزنة، على خط عمل مستقيم وعجلة القيادة مركزية بالتالي تكون المركبة خلال القيادة على خط واحد مستقيم.

ومع ذلك اذا كانت هندسة العجلات الخلفية غير، صحيحة، كماهو موضح في الشكل (10 – 18) عندما تتحرك المركبة الى الامام لا تسير بخط مستقيم (تسير بخط منحرف).



Thrust angle on a vehicle with (A) a live rear axle and (B) independent rear suspension. (*Ford Motor Company*)

الشكل (10 – 18)

يُحدد اتجاه سريان المركبة عن طريق ثلاث خطوط على طول المركبة هي:

1. خط مركز المركبة.
2. خط المركز الهندسي.
3. خط الدفع.

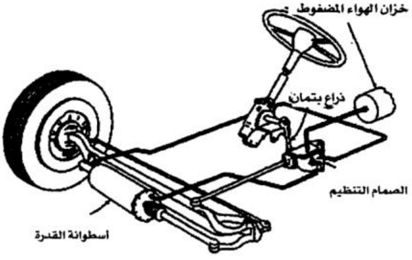
1. **خط مركز المركبة:** هو الخط الذي يمر خلال المركز الحقيقي لجسم المركبة، كما هو موضح في الشكل (10 – 18).
2. **خط المركز الهندسي:** انطباق خط الدفع على خط مركز المركبة في نقطة منتصف العجلات الامامية والعجلات الخلفية.
3. **خط الدفع:** هو الخط من نقطة المنتصف بين العجلتين الخلفتين، وهذا يحدد الاتجاه الذي سوف تتجه به المركبة بدون تأثير العجلات الامامية.

اذا كان خط الدفع لا يتطابق مع خط مركز المركبة سوف تشكل زاوية الدفع بين خط المركز وخط الدفع، كما مبين في الشكل (10 – 18) وزاوية الدفع تؤثر في النقل بسبب السحب بأتجاه معين من خط الدفع في المركبات ذات الدفع الخلفي، يمكن ان يحدث هذا بسبب تلف شصي المركبة، او خطأ في وضعية المحور الخلفي الشكل (10 – 18)(A).

وفي نظام التعليق الخلفي المستقبل يمكن ان يحدث هذا بسبب عدم تساوي معايرة ضم العجلات الخلفية، كما هو موضح في الشكل (10 – 18) (B) وهذا يسبب تأكل الاطارت الخلفية بسبب عدم صحة ضم العجلات.

نظام التوجيه باستخدام الهواء المضغوط:

يوضح الشكل (10 – 19) نظام توجيه يستخدم الهواء المضغوط لتوليد القدرة اللازمة ولتحريك العجلات الامامية بدلاً من السائل الهيدروليكي، وكما هو موضح في الشكل فإن نظام التوجيه هو من نوع النظام ذي الوصلات إذ تستخدم اسطونة توليد القدرة كجزء من الوصلات الناقلة للحركة بين العجلات الامامية، ويستعاض عن المضخة الهيدروليكية بضاغطة هواء تستمد حركتها من عمود المرفق بوساطة سير مطاطي كما هو الحال في المضخة الهيدروليكية.


خزان الهواء المضغوط
ذراع بتمان
الصمام التنظيم
أسطوانة القدرة

الشكل (10 – 19)

أسئلة الوحدة العاشرة

السؤال الأول: علل ما يأتي:

أ) حذف المركبة الى اليمين لدى سير المركبة في خط مستقيم وترك عجلة القيادة.

ب) زيادة الاهتراء الغير منتظم للاطارات

ج) عدم رجوع عجلة القيادة بعد الدوران.

د) صعوبة توجيه المركببة في الاتجاه الصحيح

ه) اهتزاز عجلة القيادة عند السرعات العالية للمركبة

السؤال الثاني: بين بالرسم انتقال الحركة في نظام اللتوجيه الميكانيكي

السؤال الثالث: أذكر وظيفة ما يأتي:

أ) مجموعة تروس نظام التوجيه

ب) الوصلات المفصلية

ج) مسمار التوجيه الرئيسي.

السؤال الرابع: اذكر ثلاثة من مزايا نظام التوجيه الهيدروليكي.

السؤال الخامس: اذكر أجزاء نظام التوجيه الهيدروليكي.

السؤال السادس: ضع دائرة حول الجواب الصحيح.

1) الكامبر الموجب هو عبارة عن:

أ. ميل العجل الامامي من الاعلى للخارج.

ب. ميل العجل الامامي من الأسفل للخارج.

ج. ميل العجل الخلفي من الاعلى للخارج.

د. ميل العجل الخلفي من الاعلى للداخل.

2) تقدر زاوية ميل مسمار التوجيه عن الخط الرأسي للعجل باتجاه الداخل ب:

أ) (2 – 5) درجة موجب ب) (2 – 5) درجة سالب

ج) أ + ب د) 5 درجات سالبة

3) الزاوية الشاملة هي عبارة عن:

أ) زاويتي الكامبر + ميل مسمار التوجيه ب) الكامبر السالب

ج) الكامبر الموجب د) ب + ج

4) للحفاظ على دوران العجلات وسير المركبة في خط مستقيم يجب ضبط:

أ) المقدمة ب) زاوية الكاستر

ج) الكامبر د) جميع ما ذكر

5) تتراوح زاوية ميل مسمار التوجيه الرئيسي ما بين:

أ) (2 – 5) درجة ب) (1 – 3) درجة

ج) (5 – 7) درجة د) (6 – 10) درجة

الوحدة الحادية عشر

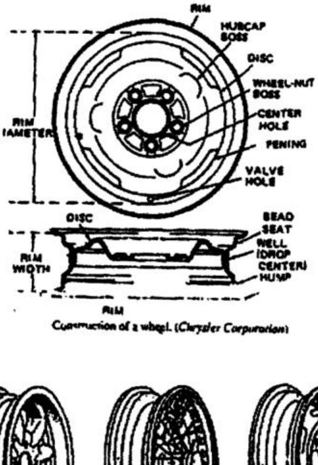
العجلات والاطارات

Tyres and Wheels

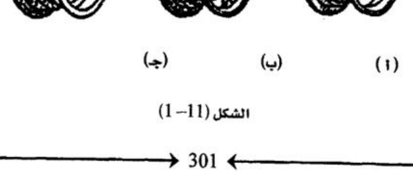
الوحدة الحادية عشر

العجلات والإطارات

أنواع الاطواق: (الجنطات، العجلات): يوجد عدد من الاطواق المستعملة في السيارات كما هو موضح في الشكل (11– 1).



Construction of a wheel. (*Chrysler Corporation*)



(جـ) (ب) (أ)

الشكل (11– 1)

1. الطوق الصلب المشكل بطريقة الكبس: ويتكون من الاجزاء التالية كما هو موضح في الشكل (11 – 1(أ)).

أ. قرص الطوق وهو على شكل طبقه يشكل من الصلب بطريقة الكبس ويتم لحامه مع طوق العجل.

ب. طوق العجل: وهو يصنع ايضاً من الصلب المشكل بطريقة الكبس أيضاً، ويتدرج الطوق عادة الى ثلاث درجات:

1. حافة الطوق: وهي تمثل الحافة الخارجية للعجل.
2. والدرجه الوسطى وهي كتف الطوق.
3. والدرجة الداخلية وهي قاع الطوق.

ويتم تشكيل فتحة الصرة، وفتحات براغي الربط في قرص العجل كما يتم فتح فتحات تهويه في قرص العجل وذلك للعمل على ادخال تيار هوائي لتبريد الفرامل اثناء سير المركبه.

يقاس قطر العجل(الجنط) عادة بالنسبه لقطر الدرجة الوسطى (كتف الطوق) ويمكن تقسيم اطواق العجلات الى اطواق ثابته واخرى قابلة للفك وكذلك يمكن تقسيمها الى اطواق مجزاه واخرى غير مجزاه.

وكما يمكن تقسيم اطواق العجلات الى اطواق ذات القاع العميق واطواق ذات القاع العريض، واطواق ذات الكتف المائل.

2. عجل الاسلاك الشعاعية (Wire Spoke Wheel):

(جنط الاسلاك الشعاعيه):

كما هو موضح في الشكل (11 – 1(ب)). يستخدم هذا النوع من العجلات مجموعة كبيرة من الاسلاك الفولاذية بدل قرص العجل وتشكل الاسلاك بعد تثبيتها بناء هيكلها متماسك للجنط.

3. عجل السبائك الخفيفة (light Alloy Wheel):

(جنط السبائك الخفيفة):

وهذا النوع من العجلات يشكل من قطعة واحدة من سبائك المعادن الخفيفه (السباكة)، وتمثل سبائك الالمنيوم اكثرها انتشاراً كما هو موضح في الشكل (9– 1 (جـ)). تتميز العجلات المصنوعة من سائل الالمنيوم بما يلي:

أ. خفة وزنها مقارنة مع عجلات الصلب.
ب. أمكانية استعمل سماكات اكبر لمقطع العجل بما يعمل على توزيع الاجهادات على مساحة أوسع.
ج. اتاحة المجال اما استعمال الاطارات العريضة والتي تعطى ثباتاً اكبر للسيارات وخاثة على المنعطفات وتستخدم كثيراً في السيارات الرياضيه.

الاطارات: (Tyres):

يجب آن تتوفر الشروط التالية في الاطار:

1. ان يكون سطح التلامس بين الاطار والطريق كافياً ومناسباً.
2. ان يتحمل القوى الجانبية التي تؤثر عليه اثناء السير.
3. ان يتصف بمرونة زنبركية عند التدحرج فوق سطح الطريق.

مكونات الإطار:

يتكون الإطار من الأجزاء التالية:

1. **هيكل الاطار (البنية الداخلية):** ويتكون من طبقات متعددة من نسيج شريطي مغطى بالمطاط ويصنع النسيج من خيوط صناعية وكان يصنع في الماضي من القطن أما حالياً فهو يصنع، من الياف الزجاج وخيوط البولسيتر كما يستخدم الحرير الصناعي والنايلون كخيوط صناعيه لصنع النسيج.

تستخدم الاسلاك الفولاذيه في تسليح الاطارات المخصصه للسرعات الكبيرة والشاحنات.

2. **حواف الاطار (Tyre Bead):**

وتقوم بمهمة تثبيت الاطار على طوق العجلة، كما انها تقوم بعملية الاحكام (منع تسرب الهواء المضغوط) في حالة الاطار بدون تيوب داخلي(Tubeless Tyre)، تلف طبقات نسيج الهيكل حول قلب الحافه المصنوعة من اسلاك فولاذية (صلب).

يختلف عدد القلوب الفولاذية المستعملة تبعاً لحجم الاطار وقدرته على التحميل فيستخدم قلب واحد في الاطارات الصغيره آما في الاطارات الكبيرة فيصل الى ثلاثه.

3. **المداس (Tyre Tread):**

كما هو موضح في الشكل (11– 2) وهو الجزء الذي يتلامس مع سطح الطريق اثناء المسير، وهو يحمي الهيكل النسيجي الداخلي للاطار وتستخدم في صناعة هذا الجزء مواد ذات مقاومة عالية للاهتراء الناتج عن الاحتكاك مع سطح الطريق بالاضافة الى خواص التصاق جيدة.

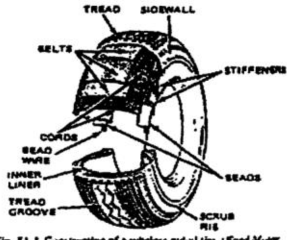


Fig. 54-4 Construction of a tubeless radial tire. (Ford Motor Company)



الشكل $(2-11)$

أما الطبقه الداخلية من المداس فتصنع من حوار مرنة لكي تفي بالشروط المطلوب توافرها في الاطار.

تشكل الطبق الخارجيةمن المداس وهي الملامسة لسطح الطريق على شكل أخاديد وهذه الاخاديد تأخذ شكلاً معيناً والغرض منها هو حجز مياه الامطار داخل الاخاديد وتوفير، امكانية التلامس المباشر مع سطح الطريق بهدف منع الانزلاق على الطبقة المائيه فوق سطح الطريق ويجب ان لايقل عمق الاخاديد عن (1 ملم) وإلا يعتبر الاطار غير صالح.

1. جوانب الاطار (Side Walls):

وهي تشكل الجدران الجانبية للاطار ويكون سمكها أقل من باقي الاجزاء حيث أنها لا تتعرض للاحتكاك أثناء المسير.

2. المطاط:

يستخدم المطاط الاصطناعي حسب ما يلي:

1. مطاط(Styrene Butadiene Rubber)(S.B.R): هو يعطي التصاق بالطريق اكثر من المطاط الطبيعي وخاصه بالشتاء.
2. مطاط(POLY butadiene Rubber)(P.B.R): وهو اكثر مقاومة للتآكل بالاحتكاك كما أنه اكثر مقاومة للحرارة ولكنه اضعف التصاقاً بسطح الطريق من النوع الاول مما يجعل عرضه للانزلاق ولهذا فأنه يخلط مع نسبة من مطاط(S.B.R).

وتضاف بعض المواد الى المطاط الاصطناعي وذلك لتحسين خواصه ومواصفاته مثل الزيوت والكربون الاسود والكبريت تعمل هذه المواد المضافة على زيادة مقاومة المطاط للتأكل بالاحتكاك كما أنها تعمل على تقليده.

العوامل التي يعتمد عليها عمر الاطار:

1. اسلوب قيادة السيارة.
2. تحميل السيارة.
3. حالة الطريق.
4. وضع العجلات واتزانها.
5. ضعف الاطارات.
6. حالة روادع الارتجاع.

اشكال الاطارت وتصنيفها:

تصنيف الاطارات على الاسس التاليه:

1. التصنيف على اساس طريق احتواء الهواء داخل الاطار.
2. التصنيف على اساس طريقة تركيب الطبقات النسيجية الداخلية والتي تشكل البنية الداخلية للأطار.

أولاً: التصنيف على اساس طريق احتواء الهواء داخل الاطار:

وتقسم الى نوعين:

1. اطار مزدوج (يحتوي على تيوب داخلي(Tubed Tyre): يتألف هذا النوع من الاطار الخارجي بالأضافة الى اطار ناعم ورقيق (تيوب) مصنوع من البيوتل ويحتوي الاطار الداخلي على صمام عدم ارتداد يسمح للهواء بالدخول ولا يسمح له بالخروج.
2. اطار بدون تيوب داخلي (Tubless Tyre): وهو شا ئع لأستعمال في معظم السيارات الحديثه وتصنع حواف الاطار (Tyre Bead) بدقه كبيره لكي تنطبق باحكام على طول العجل (Wheel Rim) كما أن طوق العجل المعدني في حالة اطار التيوبليس يجب ان يكون مصنوعاً صناعه جيده لكي يحكم الهواء ويمنع تسريه.

وتزود هذه الاطارات بطبقة داخلية مطاطية على السطح الداخلي للاطار وهذه الطبقة تعمل على منع تسرب الهواء من خلال جدران الاطار وتقوم بوظيفة التيوب الداخلي.

يزود طوق العجل (الجنط) بصمام عدم ارتداد يثبت على ثقب خاص في طوق العجل، ويمكن استخدام تيوب داخلي مع هذا النوع من الاطارت في حالة وجود عيب في العجل وفي الاطار نفسه لضمان احكام الهواء.

ثانياً: التصنيف على اساس طريقة تركيب الطبقات النسيجية الداخلية تُقسم الى نوعين رئيسين:

1. الاطارات العرضية (Cross-Ply Tyres): تحتوي على عدة طبقات من نسيج الالياف الصناعية التي تلتف عرضياً من الحافه الى الحافه وتشغل اللفه الواحده حوالي (35°) من محيط الاطار.

تتميز هذه الاطارات بركوب مريح للسيارة وسهولة في تحريك نظام التوجيه عند الاصطفاف بالاضافة الى الكلفة التصنيعية الرخيصة نسبياً.

2. الاطارات الحزامية.(الشعاعيه)(Radial-Ply Tyres): ويعتبر هذا النوع من الاطارات الاكثر شيوعاً في الاستخدام .

تتكون البنية الداخلية لهذا الاطار من طبقات نسيجية اساسيه تلتف من الحافه الى الحافه وتشغل اللفه (90°)ثم يحتفظ بالطبقات الاساسيه حزام مكون من عدة طبقات نسيجية تدور حول محيط الاطار تحت المداس مباشره وتستعمل خيوط الصلب الفولاذ (Steel Wire)في كثير من الاحيان لكي تعطي قوه ومتانة للأطار.

وتمتاز الاطارات الحزاميه بميزات عديده منها:

1. تساعد في الاقتصاد في استهلاك الوقود وذلك سبب مقاومة التدحرج فيها أقل من الاطارات العريضة.
2. اكثر قوة ومتانة مقارنة بالاطارات العرضيه.
3. توفر التصاق وثبات اكبر على سطح الطريق (والطريق المبتله خاصة) ويعود السبب في ذلك الى الحزام الصلب للاطار الذي يحافظ على مداس الاطار في وضع منبسط وملامس لسطح الطريق وخاصه على المنعطفات.
4. يتطلب قدره أقل لدحرجه الاطار.

5. يساعد على ابقاء اخاديد المداس مفتوحه لتصريف المياه اثناء السير على الطرق المبتله.
6. اهتراء الاطارات الشعاعية بطيء مقارنة مع الاطارات العرضية.

عيوب الاطارات الحزامية:

1. تعطي احساساً اقل براحة الركاب اثناء المسير.
2. حركة نظام التوجيه عند الاصطفاف تكون أثقل واقسى مقارنة بالاطارات العرضيه.

الاجهادات التي تتعرض لها العجلات والاطارات:

تتلقى كل عجلة مجموعة من القوى تؤثر عليها في ثلاثة اتجاهات مختلفه:

1. القوى الراسية وهي كنجم عن تأثير:

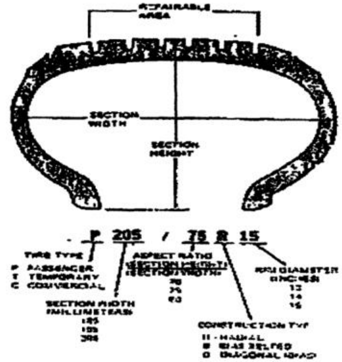
أ. قوه السياره.
ب. صدمات الطريق.

2. قوى التوجيه الجانبيه الناجمه عن المسير في المنعطفات.
3. القوى المحيطية وهي ناجمه عن:

أ. القوى الطاردة المركزية.
ب. قوى الاداره (الجر).
ج. قوى الكبح (الفرامل).

مواصفات الاطارات وقياساتها:

الارقام والرموز: تطبع الارقام ولرموز في العادة على جانب الاطار وتكون خاصه بقياس الاطار وتتكون من العناصر التاليه: كما هو موضح في الشكل .(3–11)



الشكل (11 – 3)

1. عرض الاطار (Tyre Width) ويقاس بـ (mm).
2. قطر العجل (الجنط) (Rim Diameter) ويقاس بـ (بالانش).
3. نسبة لارتفاع الى العرض (Aspect Ratio) وفتحة الاطارات الحديثة الى زيادة العرض على حساب الارتفاع.
4. نوع الاطار ويكون ضمن الانواع التالية:

- للسيارات الصغيره p-passenger
- وسائط نقل متوسطة T-Temborary

- شاحنات (تجاري) C-Commercial

بالاضافة لعلامة الشركة الصانعه.

فمثلاً اذا وجدنا الارقام التالية على احد الاطارات (775- 14) فهذا يعني أن عرض الاطار هو (775) وأن قطر العجل هو (14)

أما الارقام : P 205 75R 15

فهذا يعني:

P: عجلة ركاب (Passenger).

205: عرض مقطع العجل (mm).

75: $\frac{\text{ارتفاع مقطع العجل}}{\text{عرض مقطع العجل}}$ (النسبة بين ارتفاع مقطع العجل الى عرض مقطع العجل).

R: قطري (شعاعي) (Radial).

15: قطر الجنط (بالانش).



حدود السرعة والمواصفات المطبوعة على الاطارات:

توضح على الاطارات احياناً رموز تبين السرعة القصوى التي يستخدم الاطار ضمنها، وهي تنحصر عادة في ثلاثة حروف:

1. الحرف (S): يعني أن السرعه القصوى هي (180 كم)/ساعة مثلاً.
2. الحرف(H): فيعني أن السرعة القصوى لاستخدام الاطار هي لغاية (210 كم) /ساعة.
3. الحرف (V): فيعني أن الاطار يصلح لاستعمال في السرعات التي تفوق (210 كم)/ساعة. (**بدون وصف للصيانة**).
4. الحرف (V): السرعة القصوى (240 كم)/ساعه.
5. الحرف(Z) : السرعة القصوى (240 كم)/ساعه.
6. الحرف (U): السرعة القصوى (200 كم)/ساعه.
7. الحرف(T):السرعة القصوى (190 كم)/ساعه.

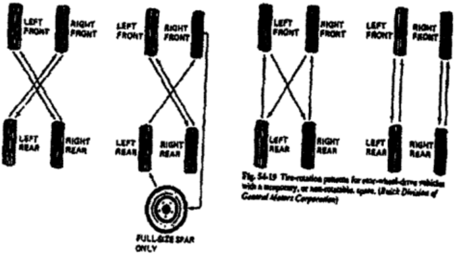


Fig. 54-19 Tire-rotation patterns for rear-wheel-drive vehicles with a temporary, or non-rotatable, spare. (*Buick Division of General Motors Corporation*)

أنواع تصليب العجلات

اسئلة الوحدة الحادية عشر

السؤال الأول: في أي المركبات تستعمل العجلات ذات الاسلاك الشعاعية.

السؤال الثاني: ما هي الأبعاد الرئيسة في طوق العجلة.

السؤال الثالث: بين كيف يؤثر عدم الانزلاق الاستاتي في سير المركبة.

السؤال الرابع: ضع دائرة حول الجواب الصحيح:

1. حافة الطوق للعجل تمثل:

أ) الحافة الداخلية للعجل   ب) الحافة الخارجية للعجل
ج) الحافة الوسطى للعجل   د) لا شيء مما ذكر

2. تقسم أطواق العجلات الى أطواق ذات القاع:

أ) العريض   ب) العميق
ج) الكتف المائل   د) كل ما ذكر

3. اذا كان مكتوب على العجل مثلاً (775 – 14) فإن الرقم (755) يعني:

أ) طول الاطار   ب) سماكة مطاط الاطار
ج) عرض الاطار   د) قطر العجل

4. بنفس السؤال السابق فإن رقم (14) يعني:

أ) طول الاطار   ب) سماكة مطاط الاطار
ج) قطر العجل   د) عرض الاطار

5. توضع على الاطارات احياناً رموز وحروف تبين السرعات فمثلاً حرف (T) يبين ان السرعة القصوى للسيارة هي:

ا) 240 km/h	ب) 300 km/h
ج) 200 km/hr	د) 160 km/h

الوحدة الثانية عشر

الفرامل في السيارة

الوحدة الثانية عشر

الفرامل في السيارة

نظام الفرامل (الكوابح):

تزود السيارات بعدد من الأنظمة، تؤدي مهمات ووظائف متعددة، ومن هذه الأنظمة نظام الفرامل الذي يعدّ من أهمها، لما تقوم به من وظائف لا غنى عنها في السيارات جميعها وفي الظروف والاوقات كلها، حفاظاً على سلامة السائق والركاب.

اولا: اهمية نظام الفرامل

عند سير السيارة، تعمل قوة الدفع (الزخم) على إبقاء السيارة متحركة لفترة من الزمن، حتى لو فصلت قدرة المحرك عن عجلات السيارة بواسطة القابض، لهذا، تستعمل الفرامل في السيارة، وتقوم بالوظائف والمهمات الآتية:

1. تقليل سرعة السيارة أو إيقافها كلياً، ويتم ذلك بتحويل طاقة السيارة الحركية إلى طاقة حرارية، نتيجة الاحتكاك بين اسطح ثابتة واخرى متحركة، ثم تسريب الحرارة إلى الجو الخارجي.
2. الحفاظ على السيارة في حالة السكون ويتم ذلك باستخدام آلية لمنع دوران عجلات السيارة بعد إيقافها.

وبما أن الكوابح ضرورية جداً من أجل السلامة في قيادة المركبات والسيارات، فإنه يجب أن تتوفر فيها المتانة، وأن تكون سهلة الصيانة والإصلاح والمعايرة.

1) أنواع أنظمة الكوابح المستخدمة في السيارات والمركبات الخفيفة:

تصنف الكوابح (الفرامل) من ناحية:

أ. مكان عملها:

1. فرامل على العجل.
2. فرامل على عمود الجر (عمود نقل القدرة).

ب. طريقة عملها:

1. فرامل القدم.
2. فرامل اليد.

ج. طريقة تصميمها:

1. فرامل التمدد الخارجي (الانفراجية).
2. فرامل التقليص الداخلي (الانقباضية).
3. فرامل القرص.

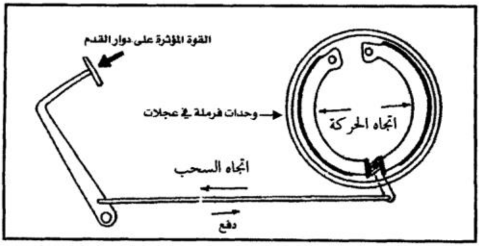
د. طريقة تركيبها:

1. الفرامل الميكانيكية.
2. الفرامل الهيدروليكية.
3. الفرامل التي تعمل بواسطة الهواء (الفرامل الهوائية).
4. الفرامل التي تعمل بالخلخلة (السيرفو).

2) مبدأ عمل نظام الكوابح (الفرامل) الميكانيكية:

تستخدم الفرامل الميكانيكية غالباً في الجرارات والآلات الزراعية ذات السرعة المنخفضة، ويتلخص عملها في إنتقال القوة المؤثرة على دواسة القدم الى وحدات الفرملة في العجلات ميكانيكياً، بواسطة وصلات وأسلاك معدنية صلبة تدفع بطانة الاحتكاك بقوة باتجاه سطح الاحتكاك، للحصول على الفرملة، كما يوضح الشكل .(1 – 12)

وتتطلب الفرامل الميكانيكية مراقبة وصيانة مستمرتين بالإضافة الى أن كفاية الفرملة لا توفي باحدث متطلبات أداء الفرملة الأمنة في مجال هندسة السيارات الحديثة، لذلك، تستخدم الفرامل الميكانيكية على نطاق واسع، كفرامل التوقف.



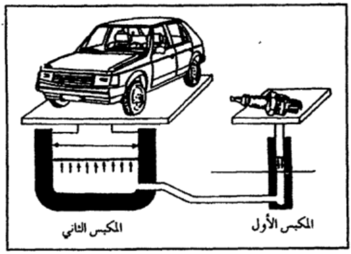
الشكل (12 – 1) عمل نظام الفرامل الميكانيكية

3) مبدأ عمل نظام الكوابح (الفرامل) الهيدرولية:

يعتمد عمل نظام الكوابح الهيدرولية على نقل القوة من دواسة القدم هيدرولياً الى الأجهزة الاحتكاكية في العجلات الاربع، وأفضل طريقة لنقل هذه القوة نقلاً متساوياً بين العجلات هي استخدام الزيت على اساس قاعدة باسكال،

التي تقول: (إن أي ضغط يؤثر في سائل في حيز مغلق ينتقل إلى أجزاء السائل كافة في الاتجاهات جميعها انتقالا متساوياً).

ويتكون النظام الهيدرولي في أبسط صور من اسطوانتين على الأقل بداخلهما مكبسان، والأسطوانتان مملوءتان بالزيت، وتتصلان ببعضهما بواسطة انبوب، كما يوضح الشكل (12 – 2).



الشكل (12 – 2) النظام الهيدرولي

ولنأخذ أحد التطبيقات المتعددة للنظام الهيدرولي، وهو:

مثال:

رافعة هيدرولية، إذا علمت أن مساحة سطح المكبس الاول ($م_1$) = (1) سم^2، ومساحة سطح المكبس الثاني ($م_2$) = (30) سم^2، واذا اثرت قوة مقدارها (20) نيوتن في سطح المكبس الأول، فأوجد مقدار الثقل الذي يمكن أن يرفعه المكبس الثاني.

الحل:

حسب قانون باسكال، فإن الضغط ينتقل بالتساوي في أجزاء الزيت جميعها، أي إن الضغط أسفل المكبس الأول هو الضغط نفسه أسفل المكبس الثاني.

$$\text{الضغط} = \frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}} \Leftarrow ض = \frac{ق}{م} \left(\text{نيوتن/سم}^2\right)$$

$$ض_1 = \frac{ق_1}{م_1} = \frac{20}{1} = (20 \text{ نيوتن/سم}^2)$$

لكن $ض_1$ = $ض_2$ حسب قانون باسكال

$\therefore$ $ض_2$ = 20 نيوتن /سم^2

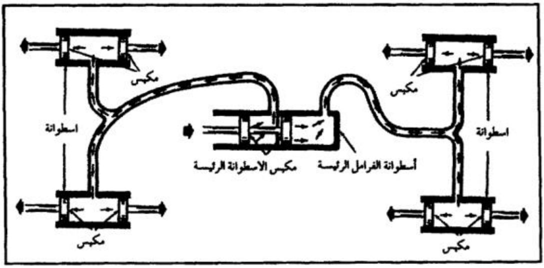
لكن $ض_2 = \frac{ق_1}{م_1} \Leftarrow ق_2 = ض_2 \times م_2$

$ق_2$ = 20 × 30 = (600) نيوتن

نلاحظ أن القوة تضاعفت ثلاثون مرة، وهي نسبة مساحة سطح المكبس الثاني إلى مساحة المكبس الأول.

مبدأ عمل الكابح الهيدرولي:

عند الضغط على دواسة القدم، تنتقل القوة إلى مكبسي المضخة الرئيسة، كما هو موضح في الشكل (12 – 3) فتدفع المكابس سائل الفرامل من المضخة الرئيسة الى مضخات العجلات، خلال أنابيب، فتدفع مكابس العجلات التي تؤثر في المادة الاحتكاكية للفرامل، ونتيجة للأحتكاك بين المادة الاحتكاكية والجزء الدائر، تقل سرعة الجزء الدائرة أو يتوقف، وتتوقف بذلك العجلات المثبتة على الجزء الدوار.



الشكل (12 – 3) مبدأ عمل الفرامل الهيدرولية

ثانياً: نظام الفرامل (الكوابح) الهيدرولية

تنقل القوة من دعسة القدم إلى عجلات السيارات هيدرولياً في أغلب السيارات والمركبات، وخاصة في سيارات ركوب الاشخاص، لأن هذا النظام ينقل القوى بكفاءة عالية ويوزعها على الفرامل بالتساوي.

1. وصف مكونات النظام وأجزائه:

تقسم الفرامل الهيدرولية الى قسمين رئيسين هما:

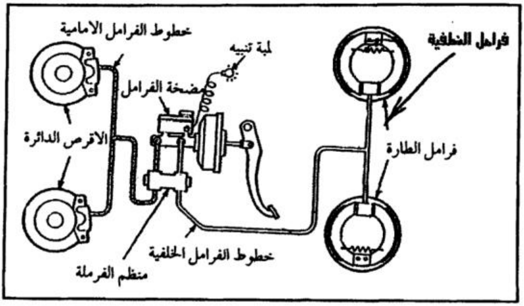
أ. فرامل الطارة (الاحذية).

ب. فرامل القرص.

وتختلف فرامل الطارة عن فرامل القرص في الوحدات الفرملية للعجلة، أما الأجزاء الأخرى، فهي نفسها ويتكون نظام الفرامل الهيدرولي، كما يوضح الشكل (12 – 4) من الأجزاء الرئيسة الآتية:

- دواسة القدم.
- المضخة الرئيسة للفرامل.

- خطوط الفرامل.
- الفرامل الأمامية – فرامل القرص.
- الفرامل الخلفية – فرامل الطارة.

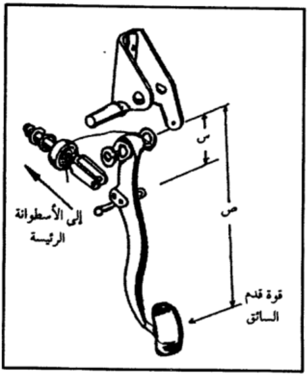


الشكل (12 – 4) أجزاء نظام الفرامل الهيدرولي

وفيما يأتي شرح لأجزاء النظام الهيدرولي للفرامل بالتفصيل.

أ) دواسة القدم:

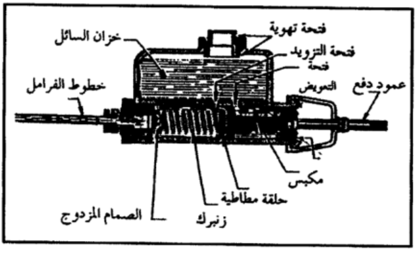
هي عتلة من النوع البسيط لمضاعفة القوة، وترتكز من نهايتها العليا، أما نهايتها السفلى، فتؤثر فيها قوة قدم السائق، ويتصل ذراع القوة بالأسطوانة الرئيسة في نقطة تقارب ثلث طول العتلة الكلي، وإذا افترضنا أن ص = 3س، فهذا يعني أن قوة قدم السائق تتضاعف ثلاث مرات قبل أن تنتقل إلى الأسطوانة الرئيسة، كما يوضح الشكل (12 – 5).



الشكل (12 – 5) دواسة القدم في نظام الفرامل

ب) مضخة الفرامل الرئيسة:

تتركب المضخة الرئيسة من اسطوانة يتحرك بداخلها مكبس، ويركب خزان سائل الفرامل أعلى جسم المضخة، وتركب حلقة جلدية للمكبس للحصول على إحكام جيد بين المكبس والاسطوانة ، كما تركب في النهاية الخلفية للمكبس حلقة جلدية لمنع تسرب الزيت إلى الخارج، كما يوضح الشكل (12 – 6).



الشكل (12 – 6): مضخة الفرامل الرئيسة

ويوجد أمام المكبس زنبرك، وظيفته إعادة المكبس إلى مكانه عندما يرفع السائق قدمه عن الدواسة، ويرتكز على الزنبرك من الأمام صمام مزدوج لخروج سائل الفرامل ورجوعه، يسمح بخروج الزيت من فتحة الخروج في مقدمة المضخة الى خطوط الفرامل اثناء الضغط على دواسة القدم، ويسمح برجوع الزيت ببطء عند رجوع المكبس، ويصل بين دواسة القدم والمكبس قضيب، تثبيت إحدى نهايتيه بدواسة القدم، والنهاية الأخرى داخل تجويف المكبس من الجهة الخلفية.

ويوجد نوعان من مضخات الفرامل الرئيسة، هما مضخة ذات المكبس الواحد والمضخة المزدوجة.

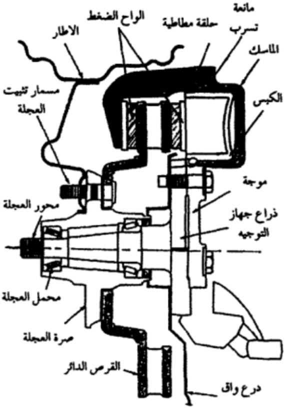
ج) خطوط الفرامل:

ينتقل سائل الفرامل من المضخة الرئيسة إلى المضخات الفرعية لكل عجلة بوساطة أنابيب وتستخدم خراطيم مقواه، لوصل خطوط الفرامل في الأجزاء التي تتعرض لحركة كثيرة، وتتحرك العجلات الخلفية للأعلى وللأسفل والعجلات الأمامية للأعلى وللأسفل والإنعطاف لليمين واليسار، لذلك لا بد من وجود وصلات مرنة من المطاط، لضمان وصول سائل الفرامل الى المضخات الفرعية باستمرار.

د) فرامل القرص:

تستخدم فرامل القرص في معظم السيارات، وغالباً ما تستخدم في فرامل العجلات الأمامية، ويمتاز هذا النوع من الفرامل بالحصول على معدل تباطؤ عالٍ، لإيقاف السيارة في مسافة قصيرة ويحتاج هذا النوع من الفرامل الى قوة كبيرة للتأثير على دواسة القدم بسبب صغر مساحة الاحتكاك بين الواح الضغط والقرص، لهذا، يستعان بجهاز القدرة (السيرفو) لمضاعفة هذه القوة.

وتتكون فرامل القرص كما هو مبين في الشكل (12– 7) من الاجزاء الرئيسة الآتية:

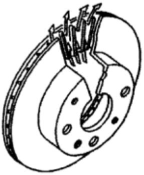


الشكل (12 – 7) فرامل القرص

1) الماسك: هو الجسم الخارجي، ويصنع من الحديد المطاوع، وفيه مكان للأسطوانة التي يتحرك داخلها مكبس للضغط على الواح الضغط، التي تضغط على القرص للحصول على الفرملة، وتوجد داخل الماسك ممرات لمرور سائل الفرامل الى الاسطوانة. وفي بعض الأنواع، توجد أسطوانتان ومكبسان بدل أسطوانة واحدة ومكبس.

2) قاعدة الماسك: وهي التي يركب عليها الماسك، وتثبت على أذرع نظام التوجيه بوساطة براغي.

3) القرص الدائر: يصنع عادةً من حديد السكب، ويكون مصمماً فيه فتحات تهوية على محيطه، تساعد على تبريد سطح الاحتكاك كما يوضح الشكل (12 – 8)، ويثبت القرص على محاور الإطارات ويدور معها.



الشكل (12 – 8) القرص الدائر

4) ألواح الضغط: هي ألواح مستطيلة الشكل تصنع من الحديد، وتثبت عليها المادة الاحتكاكية بواسطة اللصق، وقد تثنى أطرافها لتعطي صوتاً مميزاً لتنبيه السائق عند اهتراء المادة الاحتكاكية، وتستخدم حديثاً الدوائر الكهربائية، إذ تعطى ضوءاً أحمر على لوحة البيان (التابلو) عند اهتراء المادة الاحتكاكية، وتكون المادة الاحتكاكية ذات سطح مستو، أو فيه مجارٍ لتفادي، تشققها نتيجة ارتفاع درجة حرارتها، وتسهيلاً للتخلص من المواد الناتجة من اهترائها.

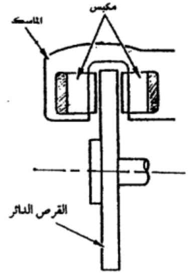
5) وتركيب الواح الضغط عن طريق مجار خاصة في الماسك، وتثبت في أماكنها بواسطة مسامير، أو بطرائق أخرى للحد من حركتها داخل الماسك، ولضمان الخلوص المناسب بينها وبين القرص في حالة عدم الفرملة.

عمل كوابح (فرامل) القرص:

يستعمل في فرامل السيارات نوعان رئيسان من فرامل القرص ولكل منها طريقة عمله:

1. فرامل القرص ذات الماسك الثابت:

يوجد في هذا النوع مكبس واحد أو أكثر، للضغط على قرص من كل جهة، وعند الضغط على دواسة القدم، ينتقل الضغط بواسطة سائل الفرامل إلى الماسك، وينتقل هذا الضغط الى المكابس، التي تدفع الواح الضغط باتجاه القرص الدائرة لتلامسه، كما يبين الشكل (12 – 9).

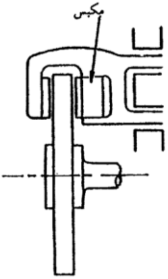


الشكل (12 –9) فرامل القرص ذات الماسك الثابت.

ونتيجة للاحتكاك بين المادة الاحتكاكية على ألواح الضغط والقرص الدائر يتباطأ القرص أو يتوقف عن الدوران، وهذا يؤدي إلى تباطؤ السيارة أو وقوفها.

عند زوال الفرملة، تعود المكابس إلى وضعها الطبيعي، حيث يحافظ على خلوص محدد بين المادة الاحتكاكية والقرص الدائر.

2. فرامل القرص ذات الماسك المتحرك:



الشكل (12 – 10) فرامل القرص ذات الماسك المتحرك

يتكون هذا النوع من مكبس واحد داخل اسطوانة في الجهة الداخلية للماسك، ولوحي ضغط على سطحي القرص، ويثبت الماسك، ليسمح له بالحركة الجانبية للداخل والخارج عند تأثير الفرملة أو زوالها، كما يوضح الشكل (12– 10).

وعند الضغط على دواسة القدم ينتقل الضغط الهيدروليكي إلى اسطوانة الفرملة، ويؤثر في اتجاهين، الأول يؤثر في المكبس ليدفع لوح الضغط الداخلي باتجاه السطح الداخلي للقرص، بينما يؤثر في اتجاه الأخر في قاعدة الاسطوانة ليدفع الماسك باتجاه معاكس لحركة المكبس، ونتيجة لهذه الحركة، يتلامس لوح الضغط الخارجي مع السطح الخارجي للقرص، ونتيجة للإحتكاك بين المادة الاحتكاكية على الواح الضغط وسطحي الماسك، يتباطأ القرص أو يتوقف عن الدوران، فتتوقف السيارة.

خصائص فرامل القرص:

1. الحصول عل فرملة جيدة دائماً، بسبب سهولة التخلص من الحرارة، بواسطة الاشعاع، لأن معظم القرص معرض للمحيط الجوي.
2. لا يحصل أي تغير في الخلوص بين القرص والبطانة الاحتكاكية، لأن القرص يتمدد قطرياً بالحرارة، أما في فرامل الاحذية فيزداد الخلوص بين البطانة الاحتكاكية والطارة عندما تتمدد الطارة قطرياً بارتفاع درجة الحرارة.
3. قدرة كبيرة على التخلص من قطرات الماء عندما تبتل في الشتاء، وذلك لخاصية القوة الطاردة المركزية.
4. سهولة الصيانة والإصلاح.

مساوئ فرامل القرص:

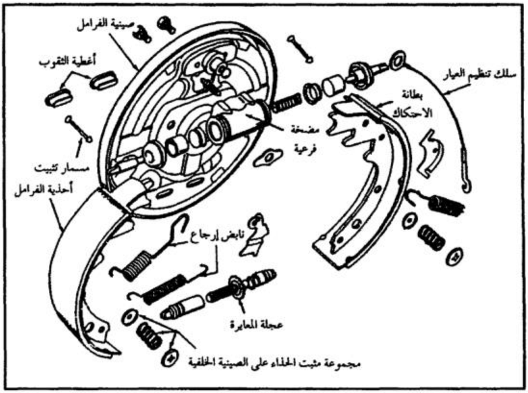
1. إرتفاع القوة الاحتكاكية اللازمة لعملية الفرملة نتيجة إرتفاع درجة الحرارة فيها كثيراً، لصغر المساحة النسبية بين بطانة الاحتكاك والقرص.
2. تنظيفها باستمرار من الأوساخ والرمال التي تؤدي إلى تآكل المادة الاحتكاكية سريعاً.
3. ارتفاع السعر.

ه) فرامل الطارة (الاحذية):

تتكون وحدة فرامل الطارة كما هو مبين في الشكل (12 – 11) من الأجزاء الرئيسة الآتية:

1) صينية الفرامل:

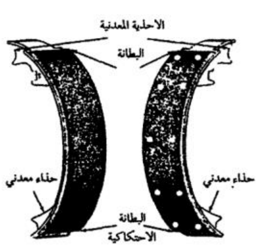
وهي قرص دائري من الحديد الصلب، يثبت عليها مكونات الوحدات الفرملية للعجلات، إذ تركب عليها أحذية الفرامل والمضخة الفرعية وزنبركات الاحذية ومسمار العيار ومسامير تثبيت الاحذية.



الشكل (12 – 11) اجزاء وحدة فرامل الطارة

2) أحذية الفرامل:

تتكون من الاحذية المعدنية والبطانة الاحتكاكية التي تثبت على الأحذية بالتبشيم أو اللصق، كما يوضح الشكل (12 – 12).



الشكل (12 – 12) أحذية الفرامل

وتكون الاحذية المعدنية والبطانة الاحتكاكية منحنية تأخذ شكل سطح الاحتكاك الدائري للطارة، وذلك لتأمين تلامس تام لأسطح الاحتكاك في اثناء عملية الفرملة، ويستخدم زوج من الاحذية لكل عجلة، وتستخدم نوابض ذات تصاميم مختلفة، للحفاظ على أحذية الفرامل مشدودة الى صينية الفرامل، ولمنع اهتزازها بين الطارة والصينية.

تصنع البطانة الاحتكاكية من مواد عضوية، وهي خليط من الاسبستس ومواد عضوية مازجة، وتصنع بشكل الواح تحت تأثير الحرارة والضغط المناسبين، وبعد ذلك، تقطع وتثنى بالشكل والقياس المطلوبين ويدخل أحيانا في تركيبها أسلاك معدنية مثل النحاس.

وتصنع ايضاً من مواد معدنية، وتتكون من خليط من مسحوق الحديد أو النحاس والجرافيت ومواد عضوية مازجة ويضاف إليها زيت التزييت لمنع ترسبها، وتمزج جيداً ثم تضغط بوساطة آلات خاصة بالشكل المطلوب.

3) زنبركات إعادة الأحذية:

تعيد هذه الزنبركات الاحذية الى مكانها بعيداً عن الطارة، بعد الانتهاء من عملية الفرملة، ويستعمل زنبرك أو إثنان في المجموعة الواحدة.

4) المضخة الفرعية للفرامل:

وهي جسم أسطواني يثبت بصينية الفرامل وتتصل المضخة الرئيسة بواسطة خطوط الفرامل، تدفع أحذية الفرامل باتجاه الطارة في اثناء عملية الفرملة.

5) الطارة (الطنبور):

غطاء معدني يركب على السطح الخارجي لأحذية الفرامل، مع وجود خلوص قليل بينهما، وفي أثناء عملية الفرملة تضغط الاحذية لتلامس سطح الطارة الداخلي، ونتيجة للأحتكاك بينه وبين بطانة الاحتكاك، تتباطأ العجلة أو تتوقف عن الدوران، ويجب أن تتوافر في الطارة الشروط الآتية:

- أن تصنع من مواد ذات خواص احتكاكية جيدة.
- أن تصنع من مواد ذات معامل توصيل حراري عالٍ.
- أن تصنع من مواد متينة لتحمل الإجهادات المؤثرة فيها.
- أن يسمح الشكل الخارجي بنقل أكبر من الحرارة الناتجة من الاحتكاك.

لذلك، تصنع الطارة غالباً من حديد السكب أو الفولاذ، لضمان خواص احتكاكية جيدة، ولضمان المتانة العالية، وقد يصنع السطح الداخلي للطارة من حديد السكب، والجزء الخارجي من الالمنيوم، لما يتصف به من خاصية جيدة لاشعاع الحرارة، ولزيادة المساحة المشعة للحرارة، تصمم من الخارج على شكل زعانف في بعض الاحيان، كما يوضح الشكل (12 – 13).



الشكل (12 – 13): الطارة

سائل الفرامل (زيت الفرامل):

يسمى السائل المستعمل في الفرامل الهيدروليكية سائل الفرامل أو زيت الفرامل، ويتكون غالباً من خليط من زيت الخروع والكحول، وأهم صفات هذا الزيت:

1. أن يكون خاملا عضوياً
2. الا يتأثر بارتفاع درجة الحرارة وإنخفاضها.
3. الا يكون له تأثير في القطع المطاطية.
4. الا يساعد على تآكل أي قطعة من مجموعة الفرامل أو تأكسدها.
5. أن يزيت الأسطوانة الرئيسة واسطوانات المضخات.

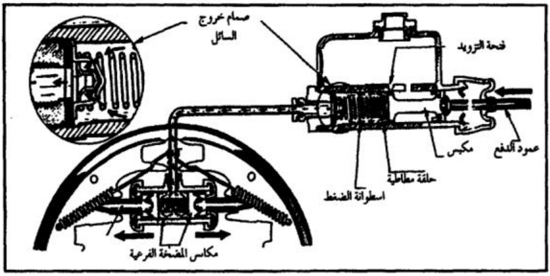
2) العوامل التي تؤثر في فاعلية الكبح (الفرملة):

أهم العوامل التي تؤثر في فاعلية الفرملة هي:

أ. مساحة بطانة الاحتكاك
ب. مقدار الضغط المؤثر في أحذية الفرامل.
ج. قطر الطارة.
د. قطر عجلة السيارة.
ه. معامل الاحتكاك بين عجلات السيارة والطريق.

3) عمل نظام الكوابح (الفرامل) الهيدرولية وتشغيله:

عند الضغط على دواسة القدم، يتحرك مكبس المضخة الرئيسة داخل الاسطوانة الى الامام، وتغلق فتحة التزويد، وعندما يتحرك إلى الامام مسافة طويلة، يفتح صمام الخروج، وينتقل ضغط سائل الفرامل إلى المضخات الفرعية خلال خطوط الفرامل، كما يوضح الشكل (12 – 14).



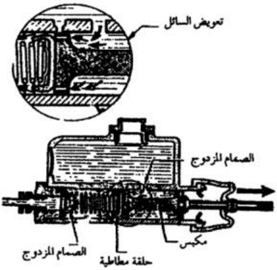
الشكل (12 – 14) عمل الكوابح الهيدرولية

يؤثر ضغط سائل الفرامل في مكبس المضخة الفرعية لكل عجلة، فيتحرك المكبس داخل الأسطوانة إلى الخارج، وتتغلب قوة ضغط المكبس على قوة زنبركات إعادة الأحذية، وتدفع أحذية الفرامل باتجاه سطح الطارة الداخلي بقوة، تعتمد على الضغط الهيدرولي المؤثر في مكبس المضخة الفرعية للعجلة، ويعتمد الضغط الهيدرولي على مقدار القوة المؤثرة في دواسة القدم.

ونتيجة للاحتكاك بين سطح الطارة وبطانة الاحتكاك، وتخفض سرعة دوران العجلات، ثم يخفض الاحتكاك بين الاطارات وسطح الطريق سرعة السيارة ويوقفها عند الضرورة بأسرع وقت ممكن.

وعند زوال القوة عن دواسة القدم، يقل الضغط الهيدرولي في المضخات الفرعية وخطوط الفرامل، فتسحب زنبركات المادة الاحتكاكية الأحذية بعيداً عن سطح الطارة الداخلي، وفي أثناء ذلك، تضغط الأحذية على مكابس المضخات الفرعية وتعيدها داخل أسطواناتها، نتيجة لذلك، يعود جزء من سائل الفرامل الى المضخة الرئيسة خلال خطوط الفرامل.

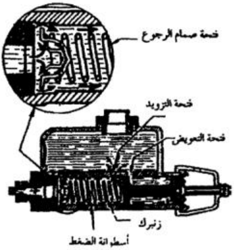
وفي أثناء ذلك يعود مكبس المضخة الرئيسة الى الخلف بعد زوال القوة بسرعة كبيرة نسبياً من سرعة رجوع سائل الفرامل، وتحدث خلخلة أمام المكبس، فيصبح ضغط سائل الفرامل في الخزان أعلى منه في المضخة لفترة قصيرة جداً، فتدخل كمية صغيرة من سائل الفرامل عن طريق فتحة التعويض، ثم الفتحات الدائرية في المكبس وحول الجلدة المطاطية للمكبس، التي تنكمش بسبب التخلخل، وهذا يسمح بمرور سائل الفرامل حولها، وبذلك، تكون المضخة جاهزة للاستعمال في حالة الفرملة المتتالية بسرعة، كما يوضح الشكل (12 – 15).



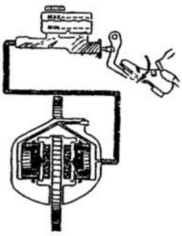
الشكل (12 – 15) مضخة الفرامل الرئيسة

وفي أثناء رجوع سائل الفرامل من خطوط الفرامل الى المضخة الرئيسة، يمر خلال صمام رجوع سائل الفرامل، الذي يكون في مقدمة الاسطوانة، ويكون صمام خروج السائل ورجوعه مزدوجاً، الصمام الصغير وهو صمام الخروج، يفتح لخروج السائل من المضخة الرئيسة الى خطوط الفرامل أما الصمام الكبير، وهو صمام الرجوع، فيفتح خلال رجوع السائل الى المضخة الرئيسة، ويبقى مفتوحاً حتى يتغلب زنبرك إرجاع المكبس على ضغط السائل في خطوط الفرامل، ووظيفته الرئيسة المحافظة على نسبة محدودة من الضغط السائل في خطوط الفرامل، ليكون السائل جاهزاً لتلقي الضغط ونقله مباشرة ودون تأخير عند استعمال الفرامل، كما يبين الشكل (12 – 16).

تعمل فرامل القرص بالطريقة نفسها، فعند الضغط على دواسة القدم ينتقل ضغط سائل الفرامل الى مكابس الماسك، التي تدفع الواح الضغط باتجاه القرص الدائر، كما يوضح الشكل (12 – 17) وعند زوال القوة عن دواسة القدم، تعود المكابس في الماسك الى وضعها الطبيعي بواسطة زنبرك، أو بواسطة مانعة التسرب المطاطية، التي تعمل عمل الزنبرك.



الشكل (12 – 16) صمام رجوع سائل الفرامل



الشكل (12 – 17) فرامل القرص

4) طرائق معايرة عمل النظام وضبطه

أ) معايرة عمل نظام فرامل القرص وضبطه

يتم معايرة الخلوص بين المادة الاحتكاكية والقرص الدائر تلقائياً، فعند عملية الفرملة تتمدد مانعة التسرب المطاطية مع حركة المكبس تجاه القرص الدائر، وعند زوال الفرملة بزوال الضغط الهيدروليكي، تعيد مانعة التسرب المطاطية وبفعل زنبركي المكبس لوضعه الأصيل، حيث تحافظ على بقاء خلوص محدد بين المادة الاحتكاكية والقرص الدائر، كما يوضح الشكل (12 – 18).

ب) معايرة فرامل الأحذية وضبطها:

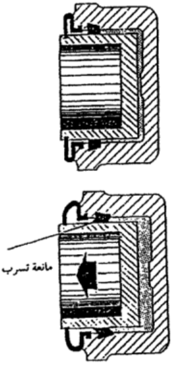
من الضروري معايرة الخلوص بين أحذية الفرامل والطارة، حتى تتحقق أفضل نتيجة للتلامس والقبض عند الفرملة، وتوجد طريقتان للمعايرة والضبط هما:

1. يدوياً:

يتم توضيح هذه الطريقة في مشغل ميكاني السيارات.

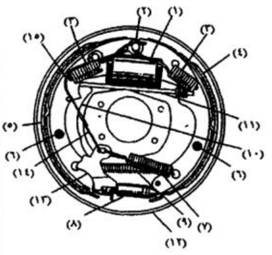
2. ذاتياً (تلقائياً):

تضبط الفرامل عند استخدامها أثناء الرجوع للخلف في أغلب السيارات ذات الضبط التلقائي، إذ تدفع المضخة الفرعية أحذية الفرامل باتجاه الطارة، ونتيجة دوران الطارة للخلف واستخدام الفرامل، تُحرك أحد الأحذية [الحذاء المتصل مع عتلة الضبط رقم (13) في الشكل (12 – 19) عتلة الضبط الى الأسفل، فتدور مجموعة مسمار الضبط باتجاه تقليل الخلوص بين الطارة وبطانات احتكاك الفرامل. انظر الشكل (12 – 19) الذي يوضح أجزاء مجموعة الضبط التلقائي.



الشكل (12 – 18) معايرة فرامل القرص وضبطها.

تعمل مجموعة الضبط عند إستعمال الفرامل خلال السير للأمام في بعض أنواع من السيارات، وفي أنواع أخرى، تعمل المجموعة عند استعمال الفرامل اليدوية (فرامل التوقف).



١ ــ المضخة الفرعية .
٢ ــ مسمار تثبيت .
٣ ــ زنبرك ارجاع الأحذية .
٤ ــ الحذاء الرئيس .
٥ ــ الحذاء الثانوي .
٦ ــ مسمار تثبيت الأحذية .
٧ ــ زنبرك إرجاع رافعة التحكم .
٨ ــ مجموعة مسمار الضبط .
٩ ــ كابل فرامل التوقف .
١٠ــ رافعة فرامل التوقف .
١١ــ دعامة فرامل الوقوف .
١٢ــ صينية الفرامل .
١٣ــ عتلة الضبط .
١٤ــ كابل الضبط .
١٥ــ دليل كابل الضبط .

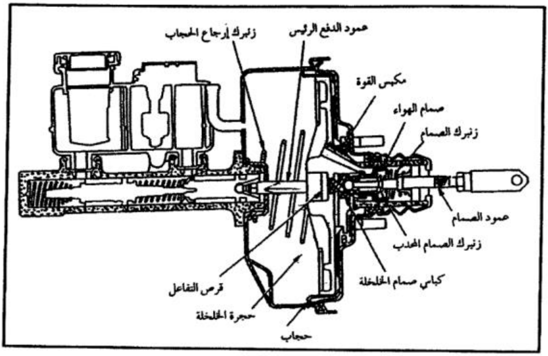
الشكل (12 – 20) اجزاء مجموعة الضبط الذاتي

ثالثاً: نظام الفرامل (الكوابح) ذو القوة المساعدة (سيرفوبريك)

للحصول على قوة فرملة كبيرة، تستخدم أنواع من الفرملة مزودة باجهزة، تكون وظيفتها مساعدة السائق عند الوقوف، وتعتمد هذه الأجهزة على ضغط الهواء والخلخلة، فعند استخدام السائق الفرامل، يولد الهواء والخلخلة معظم القوة اللازمة، وتسمى الفرامل، التي تزود بهذه الاجهزة المساعدة في عمليات الوقوف بجهاز الفرامل ذا القوة المساعدة (السيرفو).

1) مكونات النظام واجزاؤه:

يتكون نظام الفرامل ذو القوة المساعدة، كما يبين الشكل (12 – 21) من الأجزاء الرئيسة الآتية:



الشكل (12 – 21) أجزاء نظام الفرامل ذو القوة المساعدة

- عمود الصمام.
- صمام الهواء.
- صمام الخلخلة.
- مكبس القدرة (الصفيحة المعدنية).
- حجاب مطاطي.
- زنبرك إعادة الحجاب.
- عمود الدفع الرئيس.
- قرص التفاعل.

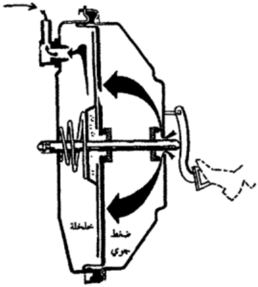
2) طريقة عمل النظام وتشغيله:

في حالة عدم تشغيل الفرامل، تكون الخلخلة الناتجة من الشفط في مجمع السحب للمحرك على جانبي مكبس أو حجاب مطاطي في وحدة المساعدة (السيرفو).

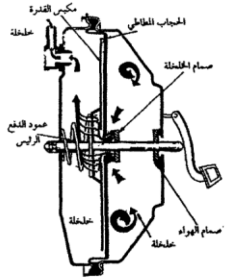
وعند الضغط على دواسة القدم يفتح صمام الهواء، ويسمح بدخول الهواء الجوي إلى الجهة اليمنى من مكبس القدرة، وفي الوقت نفسه، يغلق صمام الخلخلة، لمنع انتقال الخلخلة إلى منطقة الضغط الجوي، كما يوضح الشكل (12 – 22) وتؤثر في الجهة اليسرى خلخلة، فيتحرك المكبس أو الحجاب باتجاه الخلخلة، وتولد هذه الحركة معظم الضغط المؤثر في عمود المضخة الرئيسة، وينتقل هذا الضغط إلى مكبس المضخة الرئيسة المملوءة بسائل الفرامل، ثم ينتقل ضغط سائل الفرامل خلال خطوط الفرامل إلى المضخات الفرعية للعجلات.

وعند رفع القدم عن الدواسة، يغلق صمام الهواء الجوي، ويفتح الخلخلة كما يوضح الشكل (12 – 23)، وتسحب كمية الهواء من منطقة الضغط في أثناء شوط السحب للمحرك، فيتعادل الضغطان على جانبي المكبس أو الحجاب، وعند ذلك يعيد الزنبرك المكبس والحجاب الى حالته الطبيعية قبل عملية الفرملة.

ويشعر قرص التفاعل في بداية الفرملة السائق أن الفرملة الفعلية قد بدأت، ويتم ذلك عندما يتحرك المكبس والحجاب إلى الامام فيصطدم بالقرص ويشعر السائق بذلك.



الشكل (12 – 22) عمل النظام عند عملية الفرملة



الشكل (12 – 23) عمل النظام عند تحرير الفرملة

رابعاً: نظام الفرامل (الكوابح) اليدوي

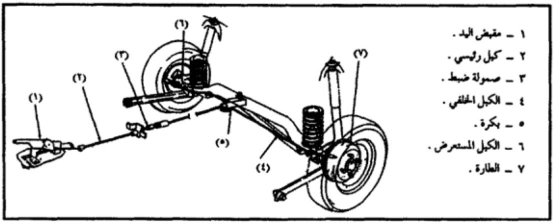
غالباً ما يشغل هذا النوع من الفرامل بوساطة اليد، لذلك، سميت بالفرامل اليدوية، وأحياناً، تشغل بالقدم بوساطة دواسة قدم جانبية.

وتحافظ فرامل اليد على بقاء السيارة في حالة السكون عند الوقوف، وتكون مستقلة عن الفرامل الهيروليكية، لهذا، تستعمل لايقاف السيارة في حالات الطوارئ، عند إخفاق الفرامل الهيدروليكية، وهناك نوعان رئيسان لفرامل اليد، هما:

1) كوابح (فرامل) اليد غير المستقلة

يستخدم في أغلب السيارات الحديثة، ولوجود أجزاء مشتركة مع نظام الفرامل الهيدرولي، سميت فرامل اليد غير المستقلة، فمثلا، تدفع فرامل اليد أحذية الفرامل باتجاه الطارة بوساطة أسلاك ووصلات ميكانيكية، بينما تدفع الفرامل الهيدرولية الاحذية نفسها باتجاه الطارة هيدرولياً، وغالباً، تكون الأجزاء المشتركة أحذية الفرامل والطارة، وتتكون فرامل اليد، كما يبين الشكل (12 – 24) من الأجزاء الرئيسة الآتية:

- مقبض اليد.
- كابل رئيسي.
- صمولة ضبط.
- الكبل الخلفي.
- بكرة.
- الكبل المستعرض.
- الطارة.
- أحذية الفرامل.



الشكل (12 – 24) الفرامل اليدوية

2) كوابح (فرامل) اليد المستقلة:

لا توجد أجزاء مشتركة مع نظام الفرامل الهيدرولي، لهذا، سميت المستقلة، ويحتوي على زوج من أحذية الفرامل تثبت على صينية خاصة غير متحركة، أما الطارة، فتثبت على عمود النقل، وتنتقل القوة إلى أحذية الفرامل بوساطة أسلاك معدنية ووصلات ميكانيكية، تدفع أحذية الفرامل باتجاه الطارة، لمنعها من الدوران.

خامساً: مضخات الفرامل (الكوابح):

تشكل المضخات العمود الفقري لنظام الفرامل الهيدرولي، لما تقوم به من مهمات أساسية في عمل الفرامل.

1) أنواعها:

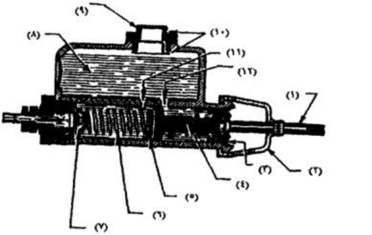
تقسم المضخات المستعملة في نظام الفرامل الهيدرولي الى قسمين رئيسين هما المضخات الرئيسة والمضخات الفرعية وسنتطرق بالتفصيل لهذه الأنواع ومبدأ عملها.

أ) المضخة الرئيسة ذات المكبس الواحد:

تتكون هذه المضخة، كما يبين الشكل (12 – 25) من الأجزاء الآتية:

- عمود دفع المكبس
- واقية غبار مطاطية
- حلقة تثبيت
- مكبس المضخة
- جلدة مطاطية
- زنبرك إرجاع المكبس
- صمام المضخة
- خزان سائل الفرامل
- غطاء سائل الفرامل
- فتحة تهوية
- فتحة التزويد
- فتحة التعويض

ولقد درست مبدأ العمل في هذه الوحدة سابقاً.

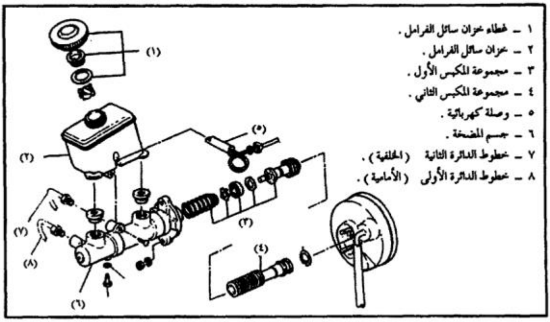


الشكل (12 – 25) المضخة الرئيسة ذات المكبس الواحد

ب) المضخة الرئيسة المزدوجة ذات المكبسين

يستخدم هذا النوعه في أنظمة الفرامل في السيارات في الوقت الحاضر بكثرة، وتتكون، كما هو مبين في الشكل (12 – 26)، من الأجزاء الآتية:

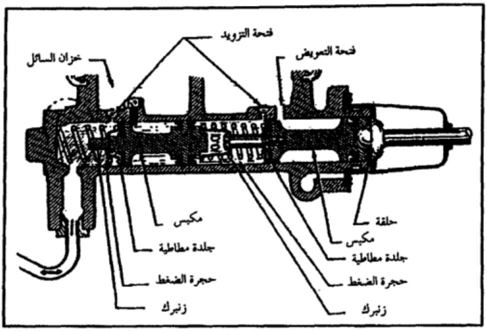
- غطاء خزان سائل الفرامل
- خزان سائل الفرامل
- مجموعة المكبس الأول
- مجموعة المكبس الثاني
- وصلة كهربائية
- جسم المضخة
- خطوط الدائرة الاولى (الأمامية)
- خطوط الدائرة الثانية (الخلفية)



الشكل (12 – 26) المضخة الرئيسة المزدوجة

مبدأ عمل المضخة:

نلاحظ أنه يوجد في هذا النوع من المضخات خزانان لسائل الفرامل، ومكبسان وزنبركان يعمل كلاهما مستقلا عن الآخر، إذ يزود المكبس الأول دائرة العجلات الأمامية بالضغط، والمكبس الثاني يزود العجلات الخلفية، كما يوضح الشكل (12 – 27) وهذا يعني أن كل دائرة تعمل منفصلة عن الدائرة الاخرى، والغرض من هذا أنه في حالة اصابة احدى الدوائر بعطب، لا تتأثر الدائرة الاخرى، ويمكن بوساطتها إيقاف السيارة بعكس المضخة ذات المكبس الواحد، التي إذا حصل تسرب في نظام الفرامل أو أي عطل، فإن ذلك يؤدي الى تعطيل الفرملة كاملاً.



الشكل (12 – 27) عمل مضخة المزدوجة

لزيادة الأمان، ولضمان وجود فرملة باستمرار، هناك ثلاثة أنواع من الدوائر الفرملية:

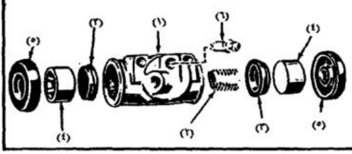
1. يزود أحد مخارج المضخة خطوط العجلات الامامية، والمخرج الآخر يزود العجلات الخلفية.
2. يزود أحد مخارج المضخة خطوط العجلات الاربعة، والمخرج الآخر يزود العجلات الأملامية فقط.
3. يزود كل مخرج خطوط الفرملة لثلاث عجلات: الاماميتان وواحدة خلفية، والخلفيتان وواحدة أمامية.

ج) المضخات الفرعية (مضخة العجل):

هي جسم أسطواني يثبت بصينية الفرامل، تتصل بخطوط الفرامل مع المضخة الرئيسة للفرامل، وتتكون كما يبين الشكل (12 – 28) الاجزاء الآتية:

- جسم المضخة.

- نابض.
- مانعة تسرب.
- مكبس المضخة.
- واقية غبار.
- براغي تنفيس.



١ ـ جسم المضخة .
٢ ـ نابض .
٣ ـ مانعة تسرب .
٤ ـ مكبس المضخة .
٥ ـ واقية غبار .
٦ ـ برغي تنفيس .

الشكل (12 – 28) المضخة الفرعية

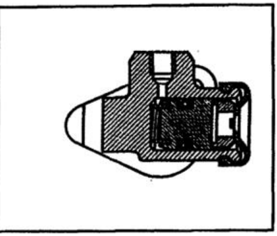
مبدأ عمل المضخة:

عند الضغط على دواسة القدم، يندفع سائل الفرامل من المضخة الرئيسة إلى المضخة الفرعية خلال خطوط الفرامل، فيرتفع ضغط سائل الفرامل في المضخة الفرعية، ويتحرك المكبسان (أحياناً مكبس واحد) ضد ضغط زنبركات الأحذية، وتدفع المكابس أحذية الفرامل باتجاه الطارة، فتحصل عملية الفرملة.

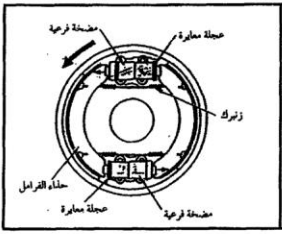
وعندما يقل ضغط سائل الفرامل، نتيجة رفع السائق قدمه عن دواسة الفرامل، تتغلب زنبركات الأحذية على ضغط السائل، ويعود المكبسان الى الداخل، وتبتعد أحذية الفرامل عن الطارة، فتبطل عملية الفرملة، وتصبح الطارة حرة في دورانها، وتوجد عدة أنواع من المضخات الفرعية وأهم هذه الأنواع:

1. مضخة فرعية تدفع طرفاً واحداً من أحذية الفرامل، وتتكون من أسطوانة ومكبس، كما يوضح الشكل (12 – 29).

وتركب عادةً مضختان من هذا النوع لكل عجلة، كما يوضح الشكل (12 – 30).

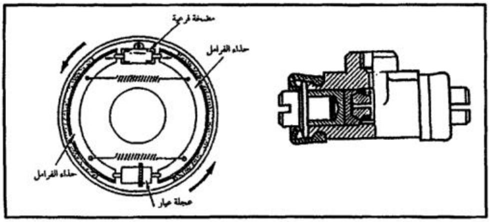


الشكل (12 – 29) مضخة فرعية تدفع طرفاً واحداً من الأحذية



الشكل (30 – 10) مضختان فرعيتان لعجلة واحدة.

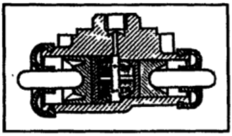
2. مضخة فرعية تدفع طرفي الحذاءين بالقوة نفسها، وتتكون من أسطوانة واحدة يعمل داخلها مكبسان باتجاهين متعاكسين، كما يوضح الشكل (12 – 31).



الشكل (12 – 31) مضخة فرعية تدفع طرفي الاحذية

3. مضخة فرعية تدفع طرفي الحذاءين ولكن بقوة لأحد الحذاءين تختلف عن الحذاء الآخر، فيستدعي ذلك قطر الاسطوانتين والمكبسين مختلفان، فيدفع

المكبس الكبير الحذاء الرئيس، ويدفع المكبس الصغير الحذاء الثانوي، كما يوضح الشكل (12– 32).



الشكل (12 – 32) مضخة فرعية تدفع بقوتين مختلفتين

2) اعطاب مضخات الفرامل وطرائق إصلاحها:

نتيجة للاستعمال المتواصل للفرامل، تتعرض المضخات إلى أعطاب مختلفة، لذلك يجب إصلاحها للقيام بمهماتها ووظائفها باستمرار.

سادساً: آداء نظام الفرامل (الكوابح)

عند استعمال الفرامل فترة طويلة والسير في منحدر طويل، تتحول الطاقة الحركية للسيارة الى طاقة حرارية لا تستطيع المادة الاحتكاكية الاحتفاظ بها، فتتسرب الى قرص الفرامل ثم الى المحيط الخارجي، وعند إزدياد كمية الحرارة المتولدة عن الاحتكاك على كمية الحرارة المتسربة، ترتفع درجة حرارة المادة الاحتكاكية والقرص، وهذا يؤدي الى انخفاض معامل الاحتكاك بين سطوح الاحتكاك، وكلما انخفض معامل الاحتكاك، وجب زيادة الضغط على دواسة القدم لاتمام عملية الفرملة، وعندما يقل معامل الاحتكاك عن المعدل (0.3 – 0.5) تفشل الفرامل في عملية الفرملة، ويقال: أن الفرامل قد بلطت، أي أن سطحها أصبح مصقولاً وأملس.

1) الطاقة الحركية للسيارة:

إذا افترضنا أن الكتلة = ك، السرعة = ع، التسارع أو التباطؤ = ت.

فإن طاقة الحركة = $\frac{1}{2}$ ك × ع^2 جول

مثال:

سيارة كتلتها 1000 كيلو غرام، تسير بسرعة (72 كم/ساعة) ما طاقتها الحركية؟

الحل:

$$ع = \frac{72000}{60 \times 60} = \frac{720}{36} = 20\text{م/ث}$$

الطاقة الحركية = $\frac{1}{2}$ ك × ع^2

$$= \frac{1}{2} \times 1000 \times (20)^2$$

= (200000) جول.

2) قوة الفرملة:

قوة الفرملة = الكتلة × عجلة التقصير (التباطؤ).

= ك × ت (نيوتن).

مثال:

سيارة كتلتها 1000 كغ، سارت بسرعة 72 كم/ ساعة وعند استعمال الفرامل، تباطأت بمعدل 5م/ث^2، أوجد قوة الفرملة للسيارة.

3) مسافة الفرامل:

هي المسافة التي تقطعها السيارة من بداية تأثير الفرامل حتى الوقوف التام.

يتم حساب مسافة الفرامل من القانون الآتي:

$ع_2^2 = ع_1^2 + 2$ ت ف . وبما أن السرعة النهائية تساوي صفراً.

$\therefore = ع^2 + 2$ ت ف .

$$ف = \frac{ع^2}{2\,ت}$$ (متر) (تتغير إشارة الجمع الى الطرح في حالة التباطؤ)

أوجد مسافة الفرامل للمثال السابق:

$$ف = \frac{ع^2}{2\,ت} = \frac{20 \times 20}{5 \times 2} = 40 \text{ متر}$$

4) زمن الوقوف:

هو الفترة الزمنية بالثواني لمجموع زمن المعرفة وزمن الفرملة، ويعتمد على مقدار التباطؤ، أثناء الفرملة.

زمن المعرفة:

هـو الفـترة الزمنيـة لـتفكير السـائق بالفرملـة وبـدء اسـتعمال الفرامـل. ويختلف زمن المعرفة من شخص الى آخر ومعدله $(0.8 - 1.2)$ ثانية، وليكن اعتباره (1) ثانية.

∴ زمن الفرملة:

هو الفترة الزمنية من بداية تأثير الفرامل لحين الوقوف التام.

السرعة = الزمن × التباطؤ (م/ث)

ع = ن × ت (م/ث)

∴ ن = $\frac{ع}{ت}$ ثانية

مثال:

سيارة تسير بسرعة 72كم/ساعة، وعند استعمال الفرامل، تباطأت بمعدل 5م/ث^2 أوجد مقدار زمن الايقاف.

الحل:

زمن الفرملة = $\frac{\text{السرعة}}{\text{التباطؤ}}$. (ثانية)

السرعة = $\frac{72000}{60 \times 60} = \frac{720}{36}$ 20 م/ث

زمن الوقوف = $\frac{20}{5}$ = 4 ثانية.

∴ زمن الوقوف = زمن المعرفة + زمن الفرملة. (ثانية)

= 1 + 4 = 5 ثوان

5) مسافة الوقوف:

هـي المسافة الفعلية الـتي تحتـاج اليهـا السـيارة للوقـوف، وتسـاوي مسـافة الفرملة مضافاً إليها مسافة المعرفة.

مسافة المعرفة: هـي المسافة الـتي تقطعهـا السـيارة أثنـاء تفكـير السـائق باستعمال الفرامل في زمن المعرفة.

مسافة الوقوف = مسافة المعرفة + مسافة الفرملة

مسافة المعرفة = السرعة × زمن المعرفة

مثال:

سيارة تسير بسرعة 110 كم/ساعة، وعند استعمال الفرامل، كان معدل التباطؤ 5م/ث^2، أوجد مسافة الوقوف.

الحل:

السرعة = $\frac{110000}{60 \times 60}$ = $\frac{1100}{36}$ 30.5 م/ث

مسافة المعرفة = السرعة × زمن المعرفة

= 30.5 × 1

= 30.5 م

$ع_2^2 = ع_1^2 + 2$ ت ف (تباطؤ).

$\therefore = ع_1^2 + 2$ ت ف (تباطؤ) .

$$ف = \frac{ع^2}{2 ت}$$

$$= \frac{30.5 \times 30.5}{5 \times 2} \approx 93 \text{ م}$$

مسافة الوقوف = 30.5 + 93 = 123.5 م.

أسئلة الوحدة الثانية عشر

السؤال الأول: ما هي العوامل المؤثرة في عملية الفرملة؟

السؤال الثاني: ما هو الغرض من استخدام المضخات الرئيسة المزدوجة.

السؤال الثالث: وضح بالرسم مكونات المضخة الفرعية لفرامل الاحذية

السؤال الرابع: ضع دائرة حول الجواب الصحيح:

1) رافعة هيدروليكية اذا علمت أن مساحة سطح المكبس الاول (1) سم^2 ومساحة سطح المكبس الثاني (30) سم^2 وأثرنا بقوة مقدارها (N 20) على سطح المكبس الاول فإن مقدار الثقل الذي يمكن أن يرفعه المكبس الثاني هو:

أ) 200 N	ب) 300 N
ج) 400 N	د) 600 N

2) القاعدة التي يعمل عليها نظام الفرامل هي:

أ) انشتاين	ب) ارخميدس
ج) باسكال	د) رنولد

3) عند الدوس على دواسة الفرامل كانت الدعسة اسفنجية والسبب:

أ) ضغط الرجل غير جيدة	ب) وجود شوائب عالقة في الزيت
ج) وجود هواء بالزيت	د) نقص في الزيت

4) عند الدوس على دواسة القدم هناك حذف في السيارة للجهة اليمنى فإن ذلك يدل على:

أ) إهتراء البطانة الاحتكاكية اليمنى

ب) إهتراء البطانة الاحتكاكية اليسرى

ج) إهتراء البطانة الاحتكاكية للجهتين

د) كل ما ذكر صحيح

5) مسافة الايقاف هي المسافة التي تقطعها السيارة:

أ) بعد التوقف
ب) قبل التوقف
ج) لحظة التفكير بالتوقف
د) لا شيء مما ذكر

6) سيارة تسير بسرعة 144 كم/ساعة عند استعمال الفرامل تباطأت بمعدل 5م/ث^2 فإن زمن الايقاف يساوي:

أ) 4 ثواني
ب) 6 ثواني
ج) 8 ثواني
د) 15 ثانية

7) سيارة كتلتها 500 كغم سارت بسرعة 36كم/ ساعة عند استعمال الفرامل تباطأت بمعدل 2.5 م/ث^2 فإن قوة الفرملة هي:

أ) 2000 نيوتن
ب) 2500 نيوتن
ج) 4000 نيوتن
د) 5000 نيوتن

الوحدة الثالثة عشر

منظومة الكبح المانعة للقفل

ABS

الوحدة الثالثة عشر

"منظومة الكبح المانعة للقفل ABS"

مقدمة:

من الظواهر الفيزيائية الثابتة لعملية الكبح هو أن مسافة التوقف غالباً ما تكون اقصر في حالة عدم قفل العجلات بالمقارنة مع حالةالقفل. كذلك من المعلوم ان قفل العجلات اثناء الكبح الاضطراري يسبب فقدان الكثير من الاستقرارية الاتجاهية والمقودية للمركبة.

من كل ما تقدم نبعت فكرة المكابح المانعة للقفل اي التي تنمع قفل العجلات اثناء عملية الكبح وخاصة في حالات الطوارئ.

ان هذا النوع من المنظومات هي ليست جديدة، حيث ان جميع الطائرات المدنية والحربية مزودة بها. وأول مرة استخدام فيها هذا النوع من المكابح في السيارات كان عام 1966 في سيارات جنسن. بعد ذلك استخدم في سيارات مرسيدس عام 1970 كجهاز اختياري (OPTION) لثمنه الباهض. وفي الاعوام القليلة الماضية استخدام هذا النظام (ABS){وللدقة فان ABS هو اختصار للمصطلح الالماني (ANTI BLOKER SYSTEM)} في العديد من سيارات الصالون كاختياري والبعض منها استخدم من ضمن المواصفات الاعتيادية (STANDARD).

منذ نهاية الستينات حيث كانت الكلفة عاليا جداً والاجهزة المستخدمة معقدة نوعاً ما، حدث الكثيرمن التطور على منظومة الكبح الذي نتج عنه منظومات اقل تعقيداً وأقل ثماً نسبياً والفضل في ذلك يعود الى التقنيات الحديثة وخاصة في مجال الحاسبات المايكروية وأنظمة السيطرة.

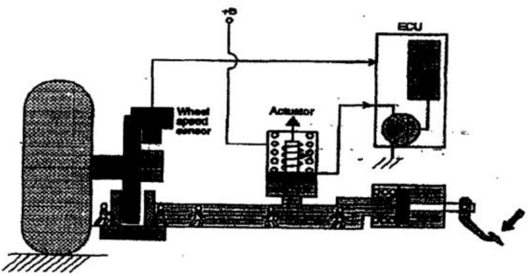
مبدأ عمل المنظومة:

أن مبدأ منع القفل يستند على النظرية القائلة بأن أية عجلة مكبوحة يجب ان تمنع من الانزلاق (SLIDING)بواسطة تنظيم او تعديل (MODULATING) ضغط المكبح وذلك بتسليط وازالة الضغط (ON/OFF) بشكل متناوب بحيث بقدر الامكان يكون قريب من الحدود المفروضة بواسطة الاحتكاك على سطح الطريق.

ان ذلك يتم عن طريق منظومة الكترونية تتكون مما يلي:

1. مجس سرعة العجلة (WHEEL SPEED SENSOR):

يتألف مجس العجلة من حلقة نبض مسننة تشبه الترس (شكل (13 − 1)) ولاقطة حثية لسرعة العجلة. ان حلقة النبض تكون مثبتة على صرة العجلة. فعند دوران العجلة فانها تحدث في لاقطة سرعة العجلة فولتية متناوية التي ذبذبتها تتناسب مع سرعة العجلة.



شكل (13 − 1)

2. المسيطر الالكتروني (ELECTRONIC CONTROLLER):

ان المسيطر الالكتروني يكون عادة ذو تصميم رقمي (DIGITAL) ويحوي العديد من الحاسبات المايكروية من اشارات لاقطات سرعة العجلات تحسب هذه الحاسبات المايكروية سرعة العجلات اضافة الى تعجيلها.

ان سرعة مصدرية للمركبة يتم الحصول عليها من سرعتي عجلتين متعاكستين قطريا وبهذه السرعة المصدرية والسرع المنفردة لكل عجلة يصبح بالامكان حساب انزلاق الكبح لكل عجلة. اثناء عملية الكبح، اذا كانت هناك عجلة عندها استعداد للقفل، فأن هذا يستنتج من اشارات تعجيل العجلة والانزلاق. في مثل هذه الحالة فان الحاسبات المايكروية تمد بالطاقة (ENERGIZES) مغانط صمامات معدلات الضغط التي تسيطر على ضغط الكبح في الاسطوانات المنفردة للعجلات . ان المسيطر الالكتروني يحوي برنامجا شاملا لكشف الاخطاء ضمن كامل المنظومة (مجسات سرعة العجلات، المسيطر، صمامات تعديل الضغط، وشبكة الاسلاك). في حال كشف الاخطأ ما فأن المسيطر يغلق (-SWTTCHES OFF) الجزء العاطل في المنظومة. هذا يبين بواسطة مصباح تحذير. وفي نفس الوقت تبقى منظومة الكبح الاساسية في حالة اشتغال تام. كذلك بالامكان فتح او تشغيل (SWITCH-ON) خاصية تشخيص العطل الذاتية للمسيطر بواسطة الضغط على زر. عندها تؤشر الدائرة العاطلة بواسطة مصباح تشخيص الاعطال الومضي.

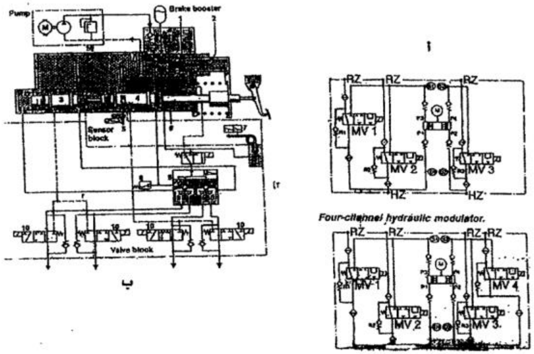
3. صمام تعديل الضغط الهيدروليكي:

(HYDRAULIC MODULATION VALVE):

يقوم هذا الصمام بتقليل ضغط زيت الكبح او منعه من التأثير او إعادة تأثيره حسب ما تمليه ظروف الكبح ونتيجة للاشارات الصادرة له من المسيطر.

يتكون صمام تعديل الضغط من حجرة مجمع (ACCUMULATOR CHAMBER) لكل دائرة كبح (تقوم بخزن الفائض من زيت الكبح وقتيا خلال التغيير الدوري) وصمامات تعمل بملف لولبي (SOLENOIDVALVE) لكل جزء من المنظومة الهيدروليكية.

ان هذه الصمامات يمكنها توصيل اسطوانات العجلات بالاسطوانة الرئيسة أو بمضخة الارجاع، او غلقها عن كميلها كا هو موضح بالشكل (شكل (13 – 2 أ)) و(شكل (13– 2 ب)).



شكل (13 – 2) صمام تعديل الضغط

المسيطر الإلكتروني (Electronic Control):

إن المسيطر الإلكتروني يكون عادة ذو تصميم رقمي (Digital) ويحتوي العديد من الحاسبات المايكروية سرع العجلات إضافة الى تعجيلها.

إن سرعة مصدرية للمركبة يتم الحصول عليها من سرعتي عجلتين متعاكستين قطريا وبهذه السرعة المصدرية والسرعة المنفردة لكل عجلة يصبح بالإمكان حساب انزلاق الكبح لكل عجلة، أثناء عملية الكبح، إذا كانت هناك عجلة عندها استعداد للقفل فإن هذا يستنتج من إشارات تعجيل العجلة والانزلاق، في مثل هذه الحالة فإن الحاسبات المايكرورية تمد بالطاقة (Energizes) مغانط صمامات معدلات الضغط التي تسيطر على ضغط الكبح في الاسطوانات المنفردة للعجلات.

إن المسيطر الالكتروني يحوي برنامجا كاملا وشامل لكشف الأخطاء ضمن كامل المنظومة (مجسات سرعة العجلات، المسيطر، صمامات تعديل الضغط، وشبكة الأسلاك).

في حالة كشف خطأ ما فإن المسيطر يغلق الجزء المتعطل في المنظومة (Sweitches-off).

هذا يبين بواسطة مصباح، وفي نفس الوقت تبقى منظومة الكبح الأساسية في حالة تشغيل تام، كذلك بالإمكان فتح أو تشغيل خاصية تشخيص العطل الذاتي للمسيطرة بواسطة الضغط على زر. عندها تؤشر الدائرة العاطلة بواسطة مصباح تشخيص الأعطال الومضي.

- **نظام التحكم في الفرملة الدورانية CBC:**

يعمل هذا النظام عندما يحدث فرملة للسيارة وهذا الذي يجعل السيارة في وضع عدم الاتزان، ويساعد في دوران السيارة حول نفسها، ولكن في وجود نظام CBC لن يحدث ذلك لأن النظام يتحكم في ضغط الزيت على كل عجلة وبالتالي يحافظ على اتزان السيارة.

- **اهمية نظام الفرامل المانعة للقفل ABS:**

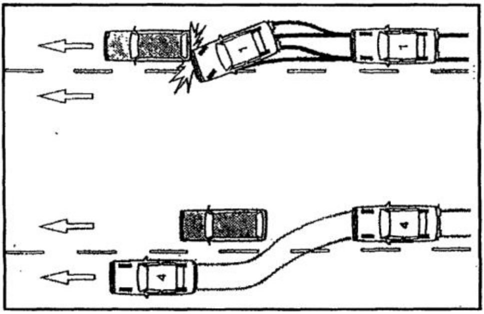
في السيارات القديمة كان الضغط على الدواسة فجأة يحدث عملية انولاق عند توقف السيارة أما الى الأمام أو الى أي جهة واحيانا تؤدي الى انقلاب السيارة والقضاء على السائق.

ومن هذه المشاكل التي عانى الناس منها فتمثلها حالات السيارات التالية:

- **نظام الفرامل العادية وتمثلها السيارة (1)، الشكل (13 – 3).**
- **أما في حالة السيارة (4) فإنها تمثل نظام الفرامل المانعة للقفل.**

حيث تكون السيطرة على السيارة في الحالة (1) صعب، وعند الفرملة السريعة (الضغط بسرعة على الدواسة) يعمل على توقف السيارة تماما مما يؤدي الى انولاق وحدوث اصطدام للسيارة.

أما في حالة السيارة (4) تكون السيطرة فيها سهلة حيث يحدث التوقف بالتناوب وفي فترة زمنية ومسافة أقل من الفترة الزمنية المسافة في حالة السيارة (1).



الشكل (13 – 3) وضع المركبات في حالة الفرامل العادية وفرامل ABS

مميزات نظام الفرامل المانعة للقفل:

1. الاستقرار والاتزان في قيادة المركبة من خلال معادلة تأثير القوى على العجلات الخلفية.
2. سهولة الاستدارة والانعطاف وذلك عن طريق التحكم في الضغط المؤثر على العجلات الأمامية.
3. منع الاهتزازات في أجزاء نقل الحركة للمركبة.
4. يتمتع هذا النظام بالسيطرة التامة على السيارة في الحالات الخطرة (ثلوج، أمطار، حصى).
5. إذا تعطل هذا النظام يمكن للسيارة العمل بنظام الفرملة العادي.
6. يعمل هذا النظام إذا استشعر أن العجلات على وشك القفل عند الدوران.
7. يمكن لهذا النظام التحكم في جميع العجلات منفردة.
8. التحكم بالمركبة أثناء الانعطاف.

التشويشات في انشوطة السيطرة المغلقة:

:(DISTURBANCES IN THE CLOSED CONTROL LOOP)

ان نظام (ABC) يجب ان يأخذ بنظر الاعتبار التشويشات التالية:

1. الاختلافات في التلاصق بين الاطار والطريق المتسببة عن التغييرات في سطح الطريق وإحمال العجلة، كمثال خلال الانعطاف.
2. عدم الانتظام في سطح الطريق الذي يسب اهتزاز العجلات والمحاور.
3. عدم انتظار دائرية الاطار وهسترة الكبح .
4. الانتقال الى سطح الطريق متجانس له معامل قوة كبح عالية بعد الكبح على سطح طريق غير متساوي فيه معامل قوة الكبح (اختلاف في الالتصاق بين الجهة اليمنى واليسرى).

معيار نوعية السيطرة لمنظومة ABS:

المعايير التالية يجب ان تتحقق بواسطة انظمة كبح منع القفل الكفوءة :

1. الابقاء على استقرارية القيادة من خلال توفير قوى دليلية عرضية ملائمة في العجلات الخلفية.
2. الابقاء على قابلية الاستدارة بتزويد قوى دليلية عرضية ملائمة في العجلات الامامية.
3. تقليل مسافة التوقف بالمقارنة مع حالة قفل العجلات من خلال الاستفادة المثلى من الالتصاق بين الطريق والاطارات.
4. التطابق السريع لقوة الكبح لمختلف معاملات الالتصاق.
5. ضمان سعات سيطرة منخفضة لعزم الكبح لمنع الاهتزازات في اجهزة نقل الحركة.

التصاميم المختلفة لمنظومات (ABSSYSTEM VARIANTS):

(الشكل رقم (13 – 2)) يوضح سبعة تصاميم مختلفة لمنظومات منع القفل والتي ستوصف حسب عدد القنوات والمجسات:

1. منظومة القنوات الاربعة ذو السيطرة الفردية لكل عجلة 1 في (13 – 2)):

عند الكبح على طريق ذو سطحين مختلفي معامل الاحتكاك (على جانبي المركبة)، فان عزم الانعراج (YAW)، اي العزم حول المحور العمودي، سيكون كبير جداً بحيث استقرارية الدفع سوف لن تضمن بشكل مناسب، هذه المنظومة تسمح لسيطرة مكابح العجلات الخلفية ان تحول الى اختيار المنظومة الاسلوب الواطئ وبالعكس (SWITCHED TO LOW MODE).

2. منظومة القنوات الاربعة ذات دوائر الكبح المنفصلة قطريا (منظومة رقم (2) في (الشكل (13 – 2)):

في هذه الحالة، العجلات الامامية يسيطر عليها كل على حدة لكن العجلات الخلفية يسيطر عليها سوية بواسطة اختيار الطريقة الواطئة (SELECT – LOW METHOD).

ان العجلة الخلفية ومعامل التلاصق تحددان ضغط الكبح المسلط سوية لكلا العجلتين الخلفيتين بسبب دوائر الكبح المنفصلة قطريا، في هذه المنظومة كما في المنظومات التي تلي فانه يتطلب وحدتي صمام في العجلات الخلفية.

3. منظومة القنوات الثلاثة رقم (3) في (الشكل(13 – 2)):

عند الكبح على طريق يختلف معامل تلاصق سطوحها على جانبي المركبة فان عزم الانعراج يقل الى حد ما بحيث سيارات الصالون، ذات البعد الطويل بين المحورين وذات عزم كتلة قصور ذاتي عالي حول المحور العمودي، يمكنها السيطرة على هذا الموقف الكبحي بشكل حسن ايضاً. بينما سيارات الصالون، ذات البعد القصير بين المحورين وعزم كتلة قصور ذاتي واطئ، على اية حال، تحتاج الى تأخير الكتروني لزيادة عزم الانعراج.

عند الكبح على طريق ذو سطوح منفصلة معامل الالتصاق، هذا يسبب تأخير في ارتفاع عزم الكبح في العجلة الامامية ذات المعامل الاعلى للتلاصق. مما يعطي السائق وقت مناسب لتصحيح عزم الانعراج بالحركة المطلوبة للمقود. كلتا هاتين النسختين من المنظومة رقم (3) تفي بجميع متلبات استقرارية الدفع (DRIVING)، المقودية (STEERABILITY)، والتباطؤ.

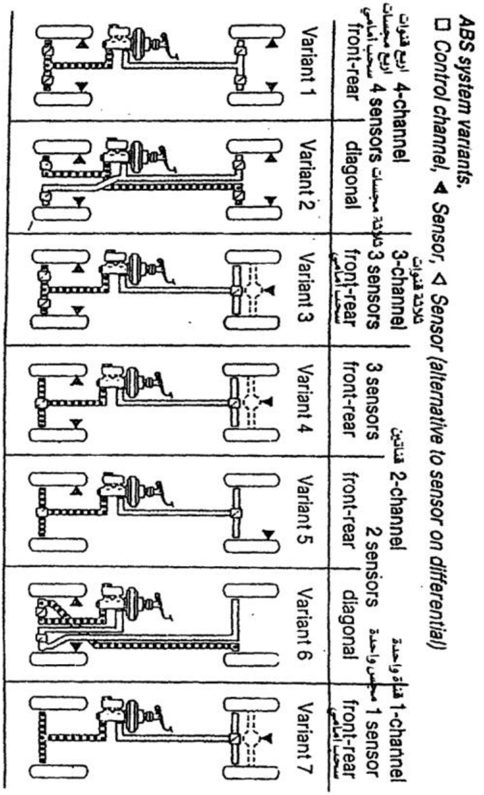
4. المنظومات ذو القناتين (المنظومات رقم (4.5.6)):

في المنظومتين رقم (4) ، ورقم (5)، عند اختيار الاسلوب العالي (HIGH MODE) – العجلة الامامية ذات معامل الالتصاق الاعلى هي التي تحدد ضغط الكبح المسلط سوية لكلا العجلتين الاماميتين، فان المقودية واستقرارية الدفع على طريق ذو سطوح مختلفة المعاملات تتأثران بضراوة. اذا كبحت العجلات الامامية على طريق ذو سطوح مختلفة معامل الالتصاق بعدها تصبح العجلات الامامية على سطح متجانس ذو معامل تلاصق عالي، فان قوة الكبح الكاملة، الناتجة عن معامل الالتصاق العالي، تزداد بشكل مفاجئ في العجلة التي كانت سابقا قد قفلت. هذا يتسبب بظهور عزم انعراج عالي بشكل فجائي.

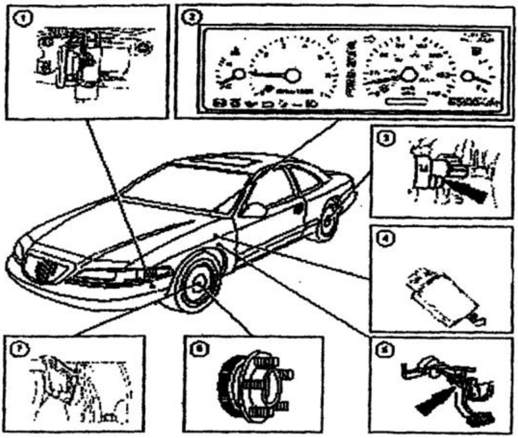
أما المنظومة رقم (6) فيمكن استخدامها فقط في حالة دوائر الكبح المنفصلة قطريا. في هذه المنظومة، ضغوط الكبح في العجلات الامامية مسيطر عليها بشكل فردي، بينما ضغوط الكبح في العجلات الخلفية فالسيطرة عليهاتكون سوية. ان تأثير عزم الكبح (DRAG) من المحرك بتعشيق القابض (الفاصل) يعني ان المقودية غير كافية في حالة سيارات السحب الامامي، بينما استقرارية الدفع تكن غير مضمونة في سيارة الدفع الخلفي.

5. منظومة القناة الواحدة (منظومة رقم (7) في (الشكل (13 – 2)):

ان هذه المنظومة قادرة فقط على ضمان استقرارية الدفع في حالة الكبح عند السير للامام بخط مستقيم وعلى طرق سطوحها متجانسة. لا يوجد مقودية ومسافات التوقف غير مثالية.


ABS system variants.
□ Control channel, ▲ Sensor, △ Sensor (alternative to sensor on differential)
4-channel
اربع قنوات
4 sensors
اربع محسسات
front-rear
سحب أمامي
diagonal
Variant 1
Variant 2
3-channel
ثلاثة قنوات
3 sensors
ثلاثة محسسات
front-rear
سحب أمامي
Variant 3
3 sensors
front-rear
Variant 4
2-channel
قناتين
2 sensors
front-rear
Variant 5
diagonal
Variant 6
1-channel
قناة واحدة
1 sensor
محسس واحد
front-rear
سحب أمامي
Variant 7

الشكل (13 – 4)



الرقم	الوصف
.1	وحدة التحكم الهيدروليكية الإلكترونية
.2	ضوء التحذير
.2	مجس فرامل ABS الخلفية
.4	وحدة كمبيوتر السيارة
.5	مجس موقع دعسة الفرامل
.6	عجلة مجس ABS الأمامية
.7	مجس الفرامل الأمامية

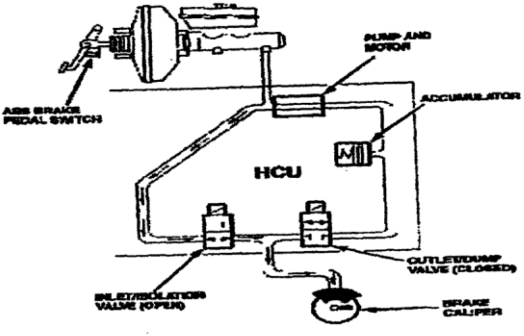
الوصف العام:

يتم التحكم في عمليات الـ ABS الحديث بواسطة وحدة كمبيوتر تدعى بوحدة التحكم الالكتروني.

- تقوم وحدة التحكم الالكتروني بقياس دوران دواليب السيارة بواسطة مجسات الكترونية.
- عندما تشعر وحدة التحكم الالكترونية (ECU) بأن احدى هذه الدواليب سوف يتوقف عن الدوران تقوم بأرسال إشارة الى وحدة التحكم الهيدروليكية بذلك.
- تستخدم وحدة التحكم الالكتروني سولونويد هيدروليكي ليتحكم في ضغط الزيت الواصل الى ذلك الدولاب من الاسطوانة الرئيسة.
- يتم تخفيف ضغط الزيت الواصل الى ذلك الدولاب ليسمح باستمرار دورانه ويمع توقف أو إقفال الدولاب.
- يساعد نظام ABS السائق في زيادة التحكم في توجيه السيارة أثناء استخدام الفرامل.
- كما ان نظام الـ ABS يقوم بزيادة فعالية الفرامل ليؤدي الى توقف السيارة في مسافة أقصر في مختلف أنواع وظروف الطريق.

مبدأ عمل نظام الفرامل المانعة للإقفال(ABS):

- يقوم نظام الـ ABS بمنع إقفال دواليب السيارة عن طريق التحكم في ضغط الزيت الواصل الى تلك الدواليب.
- تختلف قوة الضغط على دواسة الفرامل حسب ظروف وطبيعة الطريق اللازمة لتشغيل نظام الـ ABS.
- الطريق الجافة تقوم بزيادة قوة الجر مما يؤدي الى الحاجة الى قوة فرملة اضافية لقفل العجلات.
- في مختلف أنظمة الـ ABS فإن السائق يستشعر نبضات في دواسة الفرامل وإرتفاع وانخفاض في الدواسة عند اشتغال نظام الـ ABS.



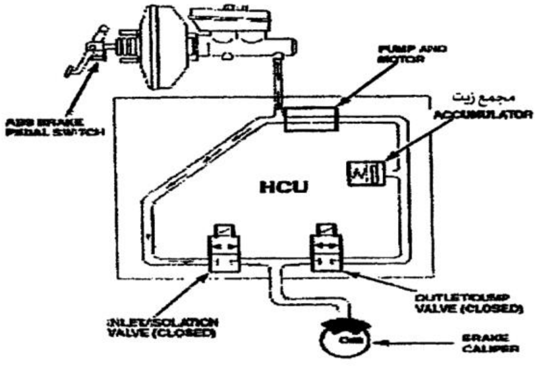
Normal Braking

توقف طبيعي

انماط عمل نظام الـ ABS:

1. الفرملة الطبيعية:

أثناء الفرملة الطبيعية فإن الفرامل تعمل بشكل طبيعي وكأنه لا يوجد نظام ABS وحيث أنه عند استخدام الفرامل بشكل طبيعي وكما هو موضح في الشكل أعلاه فإن قوة سائل الفرامل تنضغط من الاسطونة الرئيسة الى السولونويد المفتوح طبيعياً في وحدة التحكم الإلكتروني ومن ثم إلى وحدة الفرملة السفلية على الدولاب تماماً كما في الفرملة العادية.

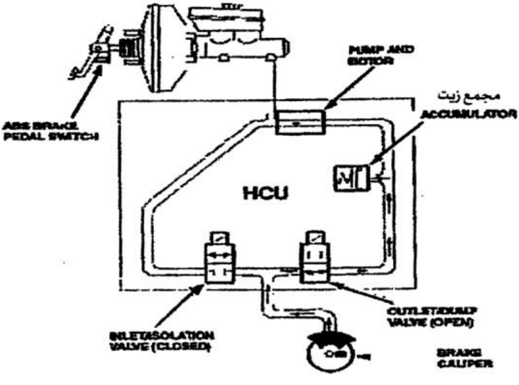


Brake Pressure Hold

2. الاحتفاظ بضغط الفرامل:

أثناء قيام السائق بالضغط الشديد على الفرامل ليقوم بإقفال الفرامل فإن وحدة التحكم الإلكتروني تقوم بإرسال إشارة إلى وحدة التحكم الهيدروليكي:

- تقوم وحدة التحكم الإلكتروني بتحديد الدولاب الذي يمكن أن يقفل قبل العجلات الاخرى.
- تقوم وحدة التحكم الإلكتروني بإرسال إشارة إلى وحدة التحكم الهيدروليكي.
- تقوم هذه الأشارة بتشغيل سولونويد الدخول (Inlet|Isolationvalve) في وحدة التحكم الهيدروليكي ويعمل على إقفال مجرى السائل.
- عند إقفال سولونويد الدخول فإن ذلك يمنع وصول سائل إضافي الى الدولاب ويبقى في وضع توقف عند السرعة التي وصل إليها.

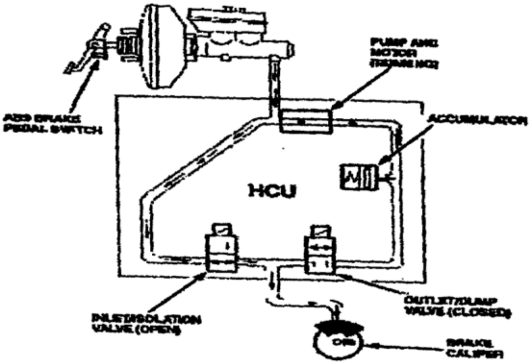


Brake Pressure Decrease

3. خفض ضغط الفرامل:

- بعد حبس الضغط على الدولاب الذي يوشك أن يقفل يقوم الكمبيوتر بمراقبة سرعة هذا الدولاب عن طريق مجس سرعة الدولاب.
- إذا استمرت سرعة الدولاب الانخفاض بسرعة كبيرة فإن وحدة التحكم الالكتروني تقوم بإرسال إشارة الى وحدة التحكم الهيدروليكي ليتم فتح صمام الخروج/ التنفيس ليسمح بتنفيس أو تخفيف الضغط عن هذا الدولاب مما يسمح بزيادة سرعة هذا العجل.
- عندما تصل سرعة هذا الدولاب الى السرعة القريبة من سرعة الدولاب الاخرى فإن الكمبيوتر يقوم بإقفال صمام الخروج وفتح صمام الدخول مما يسمح بدخول السائل مره ثانية الى هذا الدولاب والبدأ بالفرملة من جديد.

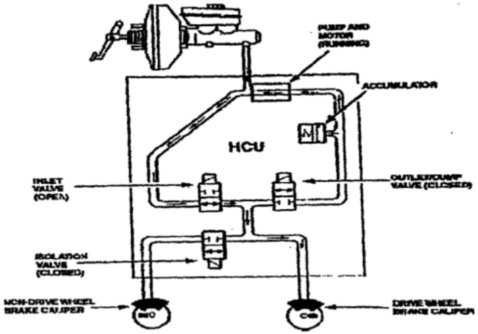
- تستمر هذه العملية من الفرملة وعدم الفرملة عدة مرات في الثانية بدون وجود خطر إقفال أي عجل دون العجلات الأخرى.
- تزداد وتقل عملية الإقفال وعدم الإقفال حسب طبيعة الأرض.
- في الارض الجافة تتم هذه العملية مرة أو مرتين في الثانية في حين في الارض الزلقة مثل الجليد قد تصل الى 12 مرة في الثانية.



Pump and Motor Running

4. تشغيل مضخة الفرامل:

عندما يتم فتح الصمام الخروج فإن السائل يعود الى علبة السائل مما يؤدي الى نقص في كمية السائل الواصلة الى الدواليب لذلك يجب إعادة تعبئة السائل في حين ان السائق لا يقوم بتكرار الدوس على الدواسة ليتم تعويض نقص السائل بواسطة تشغيل مضخة سائل الفرامل.



Traction Assist Operation

مساعدة قوة الجر (Traction Assist(TA :

بالإضافة الى وجود نظام الـ ABS فإنه يوجد نظام مساعدة الجر والسحب في معظم سيارات فورد وذلك لمنع دوران العجلات الزائد عن بعضها البعض أثناء التسارع المفاجئ.

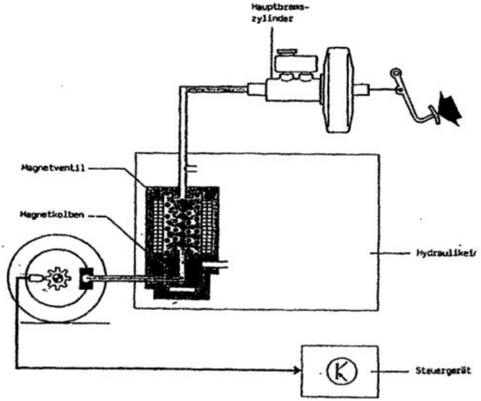
كيفية عمل نظام (TA):

- تستشعر وحدة التحكم الالكتروني أن عجل فقط تلامس مع الارض ويبدأ بالدوران الزائد عن العجلات الأخرى وذلك في سرعة أقل من السرعة المبرمجة ونكون عادة أقل من 55 كم/ساعة.
- تقوم وحدة الكمبيوتر بإرسال إشارة الى وحدة التحكم الهيدروليكي لتقوم بقفل صمام الجر ليعزل العجل الدافع عن العجل المدفوع (المدير والمدار) في كل دائرة هيدروليكية.

- عندما يتم عزل العجلات المديرة عن العجلات المدارة، تقوم وحدة التحكم الهيدروليكية بتشغيل مضخة الفرامل لتضخ سائل إضافي إلى العجلات المديرة (عجلات الجر) ليرتفع ضغط الفرامل فيها.
- يتوقف عمل نظام الجر أتوماتيكيا إذا تم استخدام الفرملة أثناء عمل نظام مساعدة الجر.
- إذا استمر استخدام نظام (TA) باستمرار في أرض منزلقة يتم إقفال نظام (TA) بواسطة وحدة التحكم الالكتروني لحماية نظام الفرامل من الحرارة الزائدة.

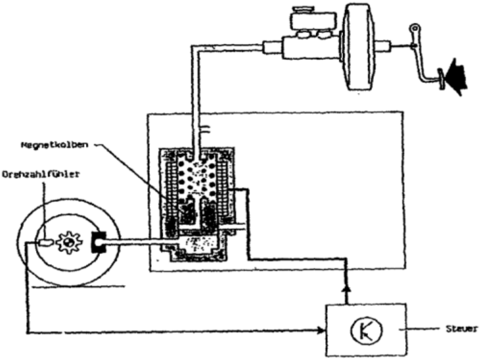
1. الفرملة العادية:

المكبس ضمن المجال المغناطيسي يكون مدفوعاً الى اسفل بضغط النابض (الزنبرك)، يسري سائل الفراملة ضمن ثقب في المكبس الذي يقابل ثقب يخص المضخة الفرعية، فتحدث اقصر فرملة.



جهاز التيار لا يرسل تيار (0) امبير.

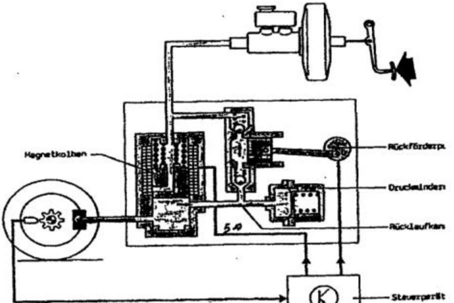
2. بداية مسك البريك:



في هذا الوضع يرسل جهاز التيار (2) أمبير فيتم سحب المكبس الى أعلى قليلاً حتى لا يرتفع ضغط الفرملة أكثر على الدولاب المسوك، وحتى يتمكن من الدحرجة.

3. انخفاض الضغط:

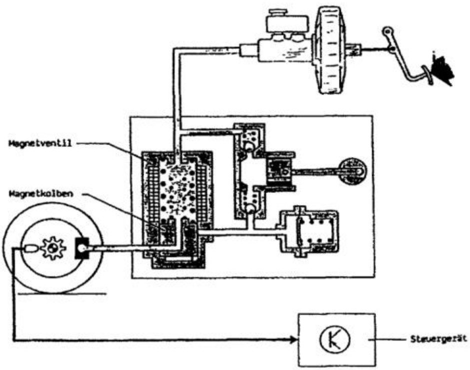
جهاز القيادة (التحكم) يرسل اشارة(5) أمبير حتى يسحب المكبس الى أعلى مسافة حتى ينخفض الضغط الفرملي الى (الصفر) على الدولاب الممسوك وفي حاله رفع الضغط الفرملي يبقى الدولاب ممسوكاً، فيرسل جهاز القيادة (5) أمبير ليتم سحب المكبس الى أعلى اكثر، ويهبط الضغط الفرملي الى (الصفر)، ويتم مص ضغط الفرملة بمنظم خاص ويرسل اشارة الى المنضخة لتعمل.



4. ارتفاع ضغط الفرمله:

بعد انخفاض الضغط الفرملي على الدولاب الممسوك يصبح حراً حيث يقوم بالتدحرج مرة أخرى وبسرعة في نفس الوقت يعطي مجس السرعة (SENSOR) اشارة الى جهاز القيادة (STA) ثابت الذبذبات بسرعة، علماً أن الدولاب بدأ بالدوران عندما يقوم جهاز القيادة (STA) بقطع التيار الكهربائي عن المضخة.

جهاز القيادة لا يرسل اي تيار يعني هذا أمر بانعدام المغناطيسية في مقاومة الصمام الكهرومغناطيس فيقوم نابضها بدفع المكبس الى أسفل حيث يتم فتح المجرى الذي يوصل السائل الفرملي الى المضخة الفرعية في الدولاب حتى نحصل على ضغط فرملي قوي ثابت على الدولاب. هذا يسمى (أرتفاع الضغط) وتتم عملية انخفاض وارتفاع الضغط الفرملي على المضخة الفرعية للدولاب الواحد (4 – 10) مرات في الثانية. كما هو موضح في الصورة أدناه.



أسئلة الوحدة الثالثة عشر

السؤال الأول: عدد الأجزاء الرئيسية التي يتكون منها نظام الفرامل مانعة للقفل؟

السؤال الثاني: اشرح وظيفة كل من الأجزاء التالية في نظام فرامل ABS:

أ) وحدة التحكم الالكترونية.

ب) مجس السرعة.

ج) وحدة الحماية.

السؤال الثالث: اذكر ميزات نظام الفرامل المانعة للقفل ABS؟

السؤال الرابع: ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة:

1) يقوم صمام تعديل الضغط في أنظمة الفرامل المانعة للاقفال بـ:

أ) تقليل الضغط على العمل مباشرة.

ب) تقليل للزيت الفرامل.

ج) منع زيت الفرامل من التأثير.

د) ب + ج

2) يعمل مجس السرعة في نظام الفرامل المانعة للاقفال على:

أ) حساب دوران العجل.

ب) ارسال اشارة بالسرعة الى وحدة التحكم الالكترونية.

ج) استقبال اشارة من وحدة التحكم الالكترونية.

د) حساب دوران العجل وارسال اشارة الى وحدة التحكم الالكترونية.

3) من اسباب التشويش في السيطرة المطلق:

أ) عدم الانتظام لسطح الطريق.

ب) عدم انتظام دائرة الاطار.

ج) الكبح طريق متجانس ثم الانتقال الى غير متجانس.

د) كل ما ذكر صحيح.

المصادر والمراجع

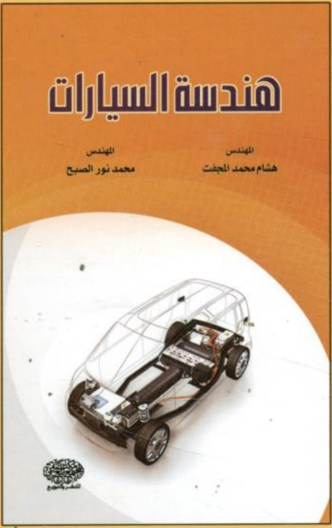
المراجع العربية:

1. ميكانيك السيارات، التطورات التكنولوجية الحديثة، الجزء الأول. صباح مصطفى حسن، الطبعة الثانية، 1986.
2. محركات الاحتراق الداخلي، م. سفيان توفيق، الطبعة الاولى، 2008.

المراجع الأجنبية:

1. Automotive technology, A systems Approach, 4th Edidtion Jack Evjave 2005, by Thomson Delmar learning.
2. Automotive Mechanics by William H. crouse and Donald L. Angline, Tenth Edition, 1993.
3. MCG naw – Hill, Automotive Technology series, 1973.
4. Automotive Transmissions, by Howard F. Tucker, 1980.

هندسة السيارات



9789957832216

مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع

الأردن-عمان-وسط البلد-ش السلط - مجمع الفحيص التجاري-تلفاكس: 2739 463 6 962+
خلوي 5651920 79 962+ ص.ب 8244 الرمز البريدي 11121 جبل الحسين الشمالي
الأردن - عمان - الجامعة الأردنية - ش. ملكة رانيا العبدالله - مقابل كلية الزراعة - مجمع زهدي حصوة التجاري

www.muj-arabi-pub.com
E-mail:Moj_pub@hotmail.com